

总体规划技术方法

杨道华主编



6

广西教育出版社

责任编辑 谭文智

总体规划技术方法

主 编 杨道华

广西教育出版社出版发行

(南宁市七一路7号)

风行印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 23印张 564千字

1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

印数1—10,000册

统一书号: 510·1 定价: 5.45元

ISBN 7—5435—0087—6

N·1

内 容 简 介

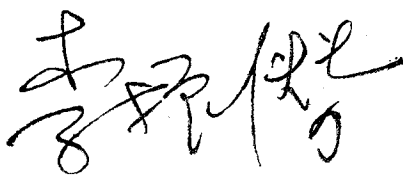
本书从编制区域性经济、社会、科技、生态协调发展总体规划的基本概念、编制方法入手，详细论述了编制总体规划工作的整个过程；介绍了系统工程原理和思想方法、经济分析技术、技术进步测算技术、投入产出技术、人口模型技术和动态技术方法等近二十种常用的预测模型技术，还有一套实用的数据调查表格。本书共分四篇十四章，内容丰富，且具有整体性、系统性和通用性的特点；文字叙述理论联系实际，深入浅出，循序渐进，既可作为区域规划，现代管理干部的教科书，又可作为各类管理部门，科技工作者，开展战略研究，事件分析、技术经济和市场预测等工作参考。

序

《总体规划技术方法》一书，是广西壮族自治区科委为进一步推广应用“区域性总体规划技术方法与实践”软科学研究成果，加速广西用系统工程原理和方法编制总体规划，培训规划人才的需要，而组织专家、学者总结一九八五年广西九个试点县编制总体规划的经验基础上，并吸取外地经验编著成的。

县级系统是涉及经济、社会、科技、生态各个方面的大系统，在社会发展千变万化、错综复杂的环境里，社会要发展，经济要振兴，迫切需要制定一个具有扎实的基础工作，符合实际的、科学可行的总体规划。编制总体规划必须采用系统工程原理和方法，用现代科学方法与传统方法相结合，静态的调查研究同动态的系统分析测算相结合，定性分析同定量分析相结合，人的知识经验和电子计算机技术相结合等科学的研究方法，应用网络技术、计划协调技术、各种预测模型技术，系统分析、系统综合等技术。

《总体规划技术方法》一书，内容理论联系实际，深入浅出，适用性强，具有整体性、系统性和通用性的特点。它可基本适用于用系统工程原理和方法编制经济、社会、科技、生态协调发展总体规划，培训规划人员的教学要求，也可供工业、农业、文教、卫生及其它各业的科学（包括自然科学、社会科学）工作者，开展战略研究、事件的系统分析、技术经济和市场预测等工作参考。各级各类党政管理干部、企业家提高现代管理水平和决策水平也可参考一读。



1986年11月于南宁

目 录

第一篇 总体规划概述	(1)
第一章 概 念	(1)
第一节 总体规划的含义.....	(1)
第二节 总体规划的作用.....	(1)
第三节 编制总体规划的原则与步骤.....	(2)
第四节 总体规划与农业区划的关系.....	(3)
第二章 总体规划的系统结构	(4)
第二篇 系统工程概论	(6)
第一章 系统思想与系统方法	(6)
第一节 系统的一般概念.....	(6)
第二节 系统方法.....	(9)
第二章 系统工程	(10)
第一节 系统的概念.....	(10)
第二节 系统的形成和发展.....	(13)
第三节 系统工程方法论.....	(15)
第四节 系统的价值.....	(20)
第三篇 总体规划的编制技术	(23)
第一章 总体规划的前期工作	(23)
第一节 建立规划组织系统.....	(23)
第二节 建立后援保障系统.....	(26)
第三节 规划工作过程系统.....	(27)
第四节 网络计划技术.....	(29)
第二章 调查研究和诊断分析	(43)
第一节 调查研究.....	(43)
第二节 诊断分析.....	(49)
第三章 战略研究	(71)
第一节 概 念.....	(71)
第二节 战略研究的内容.....	(73)
第三节 战略研究的方法与步骤.....	(76)
第四章 优化决策	(78)
第一节 概念.....	(78)
第二节 优化决策的原则.....	(80)

第三节 优化决策的过程.....	(81)
第四节 优化决策技术.....	(84)
第五章 文本系统.....	(89)
第一节 文本系统的概念.....	(89)
第二节 文本系统的内容.....	(90)
第三节 编写文本的要求.....	(91)
第四节 规划实施.....	(94)
第四篇 常用的模型技术.....	(95)
第一章 预测模型.....	(95)
第一节 预测模型的概念.....	(95)
第二节 抽样调查方法.....	(96)
第三节 特尔斐法.....	(111)
第四节 回归预测法.....	(118)
第五节 趋势外推法.....	(158)
第六节 平滑预测法.....	(167)
第七节 经济预测分析.....	(187)
第八节 马尔可夫预测法.....	(193)
第二章 结构模型.....	(199)
第一节 线性规划模型.....	(199)
第二节 中国人口模型.....	(205)
第三章 总体协调模型.....	(219)
第一节 投入产出分析.....	(219)
第二节 结构分解——协调法.....	(247)
第四章 衡量技术进步的理论与模型.....	(251)
第一节 柯布——道格拉斯生产函数模型.....	(251)
第二节 增长速度方程与技术进步分析.....	(256)
第五章 动态规划方法.....	(261)
第一节 一般概念.....	(261)
第二节 动态规划模式及运算法则.....	(266)
第三节 动态规划应用举例.....	(271)
附录一 数据调查统计表.....	(276)
附录二 投入——产出调查统计表.....	(347)
附录三 一些常用经济指标及名词解释.....	(352)
编后记.....	(361)

第一篇 总体规划概述

第一章 概 念

一个国家，可以看作是一个社会系统，一个省（自治区）、一个地区、一个县、一个企业也可以看作是一个社会系统。社会系统是由经济、社会、科技、生态等子系统复合而成的复杂大系统。如何驾驭这个大系统，适应日新月异，瞬息万变的情况，到达理想的彼岸，这是每个党政领导面临的一个新课题，而用系统工程原理等科学方法，编制好经济、社会、科技、生态协调发展的规划，即总体规划，正是解决这个新课题的关键所在。

第一节 总体规划的含义

一个系统（区域）的总体规划，是指用系统工程原理和预测技术方法，编制而成的经济、社会、科技和生态协调发展的，具有新的立体化概念和结构模式的清晰蓝图。它是为决策和指导近期计划服务的。

总体规划的特点，是把系统作为一个有机体，它用系统工程的理论和方法，对收集到的系统信息进行分析、综合、处理，并预测各子系统的未来发展，经过决策，产生指导系统未来发展的战略决策，实现统筹安排整个系统的农、林、牧、渔和工副、矿产等各业的全面发展，农工商联合经营，科研、生产、流通全面协调，社会、经济、生态朝着良性循环发展。它避免了经济规划和社会、科技相脱节，部门规划得不到总体协调的现象。它具有未来性、战略性；目标性等特点。

规划是对较大范围、较大规模的工作，较长时间的总方向、大目标、主要步骤和重大措施的设想蓝图。这种设想蓝图并不细致规划规定的各项有关指标，并不具体指明有关的工作步骤和实施措施，不提出具体的、严格的工作时间表。而计划，则是为了实现一定的决策目标而作出的具体安排和落实措施。

规划和计划是有区别的，是可以划分清楚的。但是，在实际工作中，人们也承认以下事实：战略研究和规划结合，规划和计划结合。规划和计划是可以相互包含的，并不把它们作严格的区分。如我国公布的“七五”计划，广西的“七五”计划等，实际上并不是单纯的计划，而是规划和计划相结合的产物。

第二节 总体规划的作用

现代管理学认为，决策是管理工作的首要功能，是整个管理工作的前提。规划是决策的展开。从这个意义上说，规划也是决策。随着科学技术的进步，生产的发展和生产规模的扩大，规划在管理当中的作用越来越明显，战略规划制定越来越被世界各国所重视，许多国家成立了规划研究机构，开展了多方面的规划研究工作。我国是生产资料公有制为主的社会主义国家，计划经济是我国的基本特征。只有编制了规划，才能遵循“有计划，按比例地发展”这个社会主义的经济规律，实现国民经济高速度的发展。因此，一个明智的领导者，要亲自抓规划，用规划来团结、鼓舞各级干部和群众，以推进建设事业的发展。总体规划的主

要作用是：

一、给全体干部和群众指明奋斗的目标和总方向，使人们看到一幅清晰的远景蓝图，可以振奋精神，激发人们干四化，展宏图的热情。

二、通过编制总体规划，发现自己存在的优势、劣势和发展中的潜力及制约因素，可以扬长避短，进一步理顺各种关系，使经济、社会、科技由不协调走向协调，经济、生态顺向良性循环，逐步形成高功能、高效益的经济、社会体系。

三、通过各项指标的制定，明确社会再生产过程的各个方面——生产、分配、交换、消费、积累和国民经济各个部门的发展任务。根据经济的发展，来确定人口、环境、科技、教育、文化的发展任务。

四、通过编制总体规划，找到了科技、经济发展的突破口，从而带动整个国民经济的发展，实现经济起飞。

五、有了总体发展的大方向，可以避免大的决策失误给国民经济造成的损失，使经济、社会得到稳步发展。

第三节 编制总体规划的原则与步骤

一、编制总体规划，必须遵循的四条基本原则：

（一）统筹规划的原则。在制定总体规划时，必须全面考虑到规划对象这个目的系统中所有的各个构成部分及其相互关系，同时要考虑到目的系统与相关系统的关系，按照它们的必然联系，进行统一筹划。

（二）重点原则。即不仅要全面考虑到有关的方面，认清它们的地位和作用，同时还要分清主次轻重，抓住关键要害，着力解决好影响全局的问题，把好钢用在刀刃上，而不要同等对待，平分秋色。

（三）连锁原则。即在编制总体规划时，必须注意目的系统中内部结构各个因素之间的相互作用、相互反馈的因果连锁关系，注意目的系统和其它相关系统之间的外部相互制约的连锁性。

（四）发展原则。即在编制总体规划时必须要有远见，必须预见到未来的发展。要对目的系统的各种因素自身的运动和发展进行科学的预测，并且要反映在规划中。情况在不断变化，不应把规划看成是“一劳永逸，一成不变”的，需要年年修订。随着认识到的新发展作出必要的调整。使之成为“滚动前进的规划”。

以上所谈的四条原则，是相互联系的统一原则。在编制总体规划时，应该结合起来运用。

二、编制总体规划的步骤。从广西一九八五年用系统工程原理和预测模型技术，编制科技、经济、社会和生态协调发展总体规划的九个试点县的经验看，主要技术方法与步骤是：依靠本县力量，采用现代科学方法与传统方法结合，静态的调查研究同动态的系统分析测算结合，人的知识经验与电子计算机技术结合等科学方法。应用网络技术、计划协调技术、各种预测技术、线性规划、系统综合、系统分析等技术。其工作过程大体分为五个阶段、十个步骤。如图1·1·1

图1.1.1反映了系统工程方法论和现代科学技术在区域性总体规划中的具体应用。整个过程分为前期工作，系统诊断，系统开发，系统分析和规划实施五个阶段。

第一阶段，是要为总体规划工作做好物质、思想和组织上的准备。包括以下几个方面：

1、组织起一个由政府领导人亲自参加的规划领导小组；

图1.1.1 总体规划工作阶段成果应用图

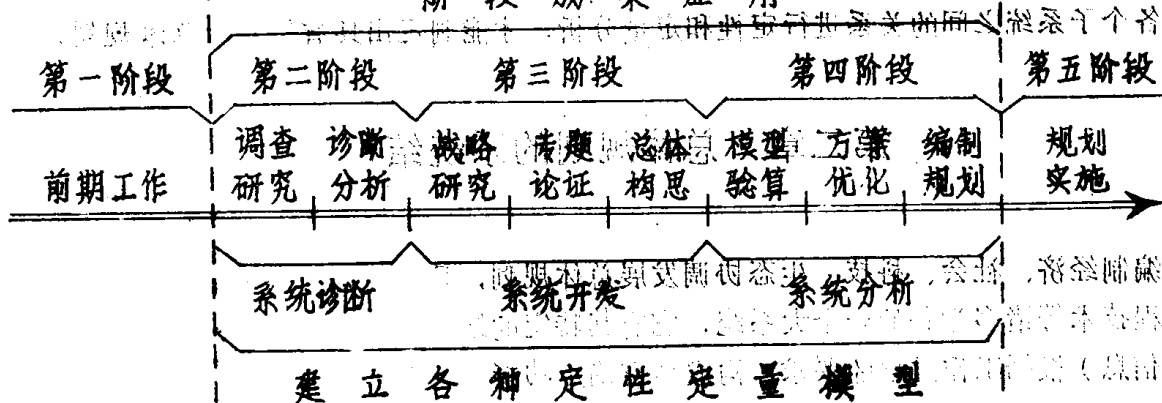


图1.1.1

- 2、组织起一个有权威的，知识结构合理有开拓精神和热心此项工作的工作班子；
- 3、搞好规划人员的培训，特别是技术方法的培训；
- 4、筹措资金；
- 5、编制总体规划工作框图和网络图。

第二阶段，主要是在广泛、深入的调查研究、收集资料，即摸清“家底”的基础上，对区域系统进行历史、现状和结构分析，明确优势、劣势和潜力，为开展战略研究、确定战略目标打下基础。

第三阶段，是通过总体规划的概念开发，提出总体发展的战略指导思想，战略目标，战略重点、战略步骤和措施，然后对所提出的全局性问题进行综合论证，提出总体规划方案。

第四阶段，是对各个新的系统发展方案，建立数学模型，进行定量分析，在此基础上进行方案优化，提出最优、次优、次次优等方案，最后编写规划文本，提交领导决策。

第五阶段，是实施阶段。是在规划完成鉴定后，付诸实施的过程。它包括：

- 1、提交人民代表大会讨论立法或形成决议。
- 2、建立实施总体规划的常设机构，其职责是：对总体规划的实施过程进行数据跟踪，根据实施过程中出现的新情况进行一些必要的修改、协调等工作。
- 3、制订总体规划的实施细则。

整个规划系统形成一个闭路反馈系统。是不断反馈，不断修正的过程。各个阶段都要建立各种定性定量模型进行分析。同时，为了使总体规划在近期内就能发挥应有的作用，在每一个阶段都注意了阶段性成果的应用。

第四节 总体规划与农业区划的关系

编制经济、社会、科技和生态协调发展总体规划与过去搞的农业区划有密切的联系，但农业区划不能代替总体规划的工作。农业区划在摸清气候资源，土地资源 and 生物资源等方面，取得了许多成果，并且在应用这些成果中取得了初步的成绩。编制总体规划要充分利用农业区划的成果，在农业区划的基础上进行。但是，农业区划只是从大农业的角度出发，进行评价综合和区划布局，未能把经济、社会、科技、生态协调发展进行统筹考虑，未能用系

统的方法进行综合平衡，未能进行多因素的定量分析，它的方案是单一的，未能进行多方案优化。因此，一个地区、一个县的农业区划只能作为这个地、县基础工作的一部分，不能代替这个地、县的总体规划。要在充分调查研究的基础上，用总体协调的方法，对各个子系统以及各个子系统之间的关系进行定性和定量分析，才能制定出具有特色的总体规划。

第二章 总体规划的系统结构

编制经济、社会、科技、生态协调发展总体规划，是一项广泛涉及社会科学、自然科学和工程技术等诸多学科的一个大系统，它有其特定的结构，这个结构的各种要素（人、物、财、信息）根据工作过程的要求，构成具有确定功能的子系统。如：

决策子系统
组织子系统
信息子系统
保障子系统
工作过程系统
规划管理系统
规划文本系统

这些子系统相互依存，相互联系，缺一不可。在规划技术过程和规划管理过程并行发展中，构成一个动态的规划系统，其组成如图1.2.1所示：



图1.2.1

图1.2.1中弧线连结的子系统，一般和区域社会经济经营系统共用，既是规划系统的子系统，又是经营系统的子系统，圈内的子系统则是规划系统专有的、完全的子系统。

决策子系统包括区域领导集团、规划领导人员、咨询顾问组织以及规划编制系统和规划评价系统。

组织子系统主要是建立相应的规划领导机构及其办事机构，组建一支与目的系统相适应的开发队伍。

信息子系统是收集整理系统内外的政治、法律、社会、经济、科技、生态等方面的各种

数据资料，经过加工处理之后，成为系统的信息资源，为编制总体规划提供重要的依据。

保障子系统是建立一套为规划工作服务的后援支持体，解决好资金、物资及其他办公所需的设备。

工作过程系统主要是设计好编制总体规划工作的“规划”，绘制大系统及子系统工作过程方框图和网络图，使编制规划工作有计划、有步骤地按时完成任务。

规划管理系统包括技术过程管理、规划组织管理、规划的标准及评价管理、规划效果奖惩管理等等。

规划文本系统主要是收集、整理、汇编各种数据、信息、资料；撰写各种专题论文；构造、建立、组装各类模型；编制计算机程序及验算；编写近、中、远期规划、计划、方案及其报告文本；根据环境和条件变化情况进行修理、补充、完善各类规划内容等等一系列过程。

上述规划系统结构，彼此构成一个有序的、相关的、动态的有机整体，使编制总体规划的工程能以最优的方法，最佳的效果，达到预期的目的。

第二篇 系统工程概论

第一章 系统思想与系统方法

第一节 系统的一般概念

一、系统思想的形成和发展

系统思想的发展,经历了系统思想的萌芽,一般系统论的产生和走向系统时代等三个阶段。

1、系统思想的萌芽——朴素唯物主义哲学思想的产生。

系统思想渊源久远,它来源于人民的长期社会实践。古中国和古希腊的朴素唯物主义思想家都从承认统一的物质本源出发,把自然界作为一个整体。我国春秋末期思想家老子就强调自然界的统一性。我国北宋时期,皇城失火,宫殿被焚。宋真宗命大臣丁渭负责皇宫的修复工程。丁渭周密研究后,做了个施工方案:

挖取皇城前大道的泥土烧制砖瓦以备料;把大道挖成河道后,引进京城附近的汴水,用船舶将其它建筑材料从水路运到工地;待皇宫修复后,又将碎砖土回填河道,筑成原来皇城前的大道。施工结果,效果极佳。这是古代历史上建筑工程的最优方案之一,是系统思想的光辉实践,它体现了整体的观念和最优化的原则。南宋的陈亮提出了“理一分殊”思想。所谓“理一”,是天地万物的“理”的整体,“分殊”,是整体中的每一事物的功能,试图从整体的立场来论证部分与整体的关系。古希腊朴素唯物主义和辩证法奠基人之一的赫拉克利特在《论自然界》一书中说过:“世界是包括一切的整体”。这些古代朴素的唯物论和辩证法的哲学思想,包含了系统思想的萌芽。但是,由于当时科学技术发展水平的局限性,朴素唯物主义哲学思想缺乏对整体各个细节的认识能力,因而对整体性和统一性的认识是不完全的。

2、一般系统论的产生。

到了十九世纪上半叶,自然科学取得了伟大的成就,特别是三大发现(能量守恒、细胞学、进化论),使人类对自然过程的相互联系的认识发生了质的变化,产生了马克思主义的哲学——辩证唯物主义。它认为,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形成的统一体,这种普遍联系及其整体性思想就是系统思想。系统思想的出现改变了世界科学技术的发展图景和科学家的思维方法,使人们在改造自然、改造社会中,逐步揭示出客观事物的本质联系和内部规律,从而提出了系统理论。

最先提出一般系统论的,是奥地利生物学家贝塔朗菲(Bertalanffy)。一九四七年在维也纳大学讲课中,他提出了与机械论相对立的机体论,指出机械论的三个错误观点:

(1)简单相加观点——把有机体分解为各要素,并简单地相加而描述有机体的功能和属性;

(2)“机器”观点——把生命现象简单地比作机器,认为“人即机器”、“动物即机器”;

(3) 被动反应的观点——认为有机体只有受到刺激时才能作出反应, 否则便静止不动。

同时, 贝塔朗菲提出了机体论的三个基本观点:

(1) 系统观点——一切有机体都是一个整体, 是由部分结合而成的整体, 其特性不只是各部分特性简单地相加的总和;

(2) 动态观点——一切有机体本身都处于积极的运动状态;

(3) 等级观点——各种有机体都按严格的等级组织起来, 层次分明, 等级森严, 通过各层系统逐级的组合, 而形成越来越高级, 越来越庞大的系统。

以后, 贝塔朗菲在理论上又有新的发展。

到了二十世纪六十年代, 苏、美一些学者大力开展了对一般系统论的研究, 美国学者拉兹洛归纳了贝塔朗菲一般系统论的观点:

(1) 整体观点;

(2) 科学知识的整体化;

(3) 自然界的统一性;

(4) 重视人的因素。

这些观点构成了一般系统论的主要理论内容。

一般系统论沟通了自然科学与社会科学、技术科学与人文科学之间的联系, 促进了现代科学技术的发展趋向整体化, 它为系统工程的发展, 为人类走向系统时代奠定了理论基础。

3. 走向系统时代。

到了二十世纪中叶, 现代科学技术的最新成就为系统理论提供了定量方法和强有力的计算工具——电子计算机(第一台电子计算机诞生于1946年), 这就使一般系统论以及其它各种系统理论和系统分析方法, 构成一门新兴学科——系统科学。

本世纪五十年代, 贝塔朗菲等人创办了《一般系统论年鉴》, 开始面向社会, 宣传系统思想。同时, 美国国防部设立了系统分析部, 在实际工作中运用系统方法。一九五七年, 美国学者H·高德和R·迈克尔写出了专著《系统工程》。

六十年代, 一般系统论在美苏等国得到比较广泛的传播。贝塔朗菲发表了《一般系统论基础、发展和运用》一书。在一些国际学术会议上, 一般系统论和系统方法, 成为报告和讨论的重要内容。

七十年代以来, 一般系统论则广泛渗入社会政治、文化教育乃至国际关系等许多领域。拉兹洛发表了《为未来制定的战略: 用系统方法来对待世界秩序》一书, 他鉴于当前的许多全球性问题日趋严重, 用系统方法去分析今日之世界, 提出重建世界秩序的方案。七十年代的系统工程则进入解决各种复杂大系统的阶段, 推广运用于涉及更多社会因素的部门。系统科学几乎无处不有, 人类正走向“系统时代”, 向管理领域的“自由王国”迈进。

至此对于系统工程中所要研究的系统, 我们可以给它下这样的定义: 系统是具有特定功能的、相互间具有有机联系的许多要素所构成的一个整体。

从这个定义我们可以看到, 一个形成系统的诸要素的集合永远具有一定的特性, 或者表现一定的行为, 而这些特性或行为不是它的任何一个部分所能孤立地具有的。同时, 一个系统是一个可以分成许多要素所构成的整体, 但从系统功能的观点看, 它又是一个不可分割的整体。

系统具有输出某种产物的目的，而输出是输入经过处理而获得。输入、处理、输出是构成系统的三个基本要素，加上反馈就构成一个完备的系统。如图 2.1.1。

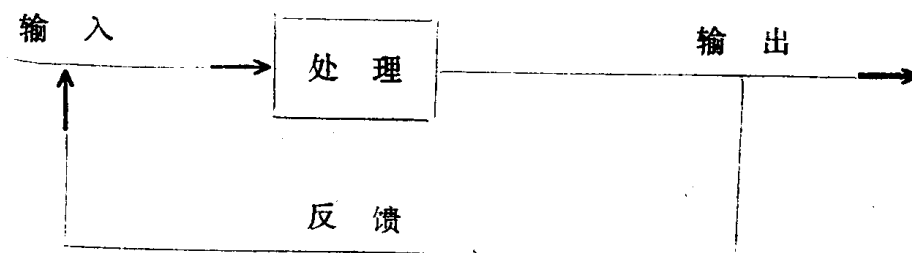


图 2.1.1

二、系统的特点

系统一般都具有四个特点：

1、集合性

系统是由两个或两个以上可以区别的要素按照逻辑统一性的要求构成的整体，可能每个要素并不都很完善，但他们可以综合、统一，成为具有良好功能的系统。

2、相关性

系统内各要素之间是有机联系、互相作用的，它们有着某种相互依赖的特定关系。如计算机的运算装置、储存装置、输入输出装置、操作系统、程序软件等都是组成它的要素。它们通过特定关系有机地结合而形成具有特定功能的计算机系统。

3、目的性

就整个系统而言，都是以完成某种功能、作用为目的，有着确定的目标的。并且往往不只是单一的，而是具有多种目的性。系统的各个要素都要服从于整体的目的性。

4、环境适应性

任何一个系统都存在于一定的物质环境中，它必须同环境相互适应、相互协调。一个系统对于其它系统来说就是环境。环境和系统的相互依赖和作用，表现为物质、能量和信息的相互交流。环境向系统流动称为“输入”，系统向环境流动称为“输出”。

三、系统的分类

从不同的角度出发，系统可以有各种各样的分类：

1、以系统形成的状态分：

(1) 天然系统——如太阳、地球、气象、原始森林、矿藏、原子核结构等，以及生物的个体，它不依靠人工而自然形成的系统。

(2) 人工系统——如科研系统、教育系统、管理系统、经济系统、军事系统等，是为了达到人类所需要的目的，由人所建立起来的系统。

(3) 复合系统——如农业系统、环保系统等，靠人工和天然结合起来的系统。实际上大多数系统属于复合系统。

2、以系统的性质分：

(1) 无生命的自然系统——如矿物。

- (2) 生命系统——如各种动物、植物、微生物。
- (3) 社会系统——如国家、政党、学校、机关、军队等。
- (4) 技术工程系统——如建筑物、导弹、机器等。

3、以运动形态分:

- (1) 自动控制系统——如工厂机器人、潜水机器人等。
- (2) 人工控制系统——如传统工业的生产过程。
- (3) 半自动控制系统——介于自动控制和人工控制之间。如机电一体化系统。
- (4) 行为系统——不可控系统，是一种行为。

另外，还可以从系统和环境的关系分封闭系统和开放系统。从组成系统的要素数目和组成状态分简单系统和复杂系统。从系统的有形与无形分实体系统和概念系统等。

第二节 系统方法

一、概念

所谓系统方法就是运用系统的观点去观察和处理问题的方法，也就是从整体性出发，始终着眼于整体和部分，系统与环境的相互联系、综合地观察和认识对象，以达到最佳地处理问题的一种方法。

二、系统方法的基本原则

1、整体性原则

系统是由很多要素组成的，系统的目的或特定功能是由很多目标或指标形成的。因此不能单从某一个部分，某一个指标来思考和解决问题。需知很多好部件不一定获得很好的整体，即局部的最优不等于整体的最优。我们需要的是整体的最优。如现代导弹的电子系统要求有极高的可靠性，有的要达到0.999，但构成这个系统的电子元器件很难全部达到这个要求，有的只有0.9。这时就需要利用系统的思想，将四个可靠性只有0.9的元件并联使用，就可满足0.9999的可靠性。

[即: $R_{\text{系统}} = 1 - (1 - R_{\text{元件}})^4 = 1 - (1 - 0.9)^4 = 0.9999$].

2、相关性原则

由于系统各个组成部分之间是有机联系的，因此，必须注意各部分之间，系统之间以至系统与环境之间的协调关系。例如国民经济系统中各个部门的生产和分配之间的关系极其密切，需要用“投入——产出”分析的方法进行总体协调。近百年来，人们在观察宏观世界和微观世界方面取得的巨大进展，逐步显露了各种事物、现象和过程的本质联系，对整体的各个部分间相互联系的研究已经被提到重要位置。为了适应这种需要，系统方法就成了主要的方法论工具。相关性原则就成了重要的方法论原则。

3、有序性原则

系统方法的有序性是系统的有机联系的反映。任何一个系统，即可分为若干子系统，又同周围环境组成一个较大的系统。因此，任何一个系统都是更高一级系统的一个要素。同时，任何一个系统要靠本身，通常又是较低一级的系统。就是说不同系统具有不同状态的有序性，因而在进行系统分析时，要遵循它的有序性和层次性，依次递阶地进行，并注意总体与层次之间的联系。

4、动态原则

现代科学研究的对象大都是结构复杂和高度活动的系统，例如要编制区域发展总体规划

就面临这个区域大系统中第一、第二和第三产业之间结构的不断变化；各产业中的各行业之间的结构的不断变化；以致于方针政策、人文关系等都不断地变化。因此，系统方法的动态原则就是适应这种客观的需要而产生的，我们不仅要研究各种系统发展变化的方向和趋势，活动的速度和方式，而且要探索它们变化的动力、原因和规律。从而主动地驾驭这些系统。

5、最优性原则（满意性原则）

我们设计系统的最终目的是要它完成特定的功能，而且希望完成功能的效果最好。这就是所谓最优设计，或称之为选择最优的系统方案。这里需要使用最优化方法、最优控制理论和决策论等。

近年来，在多目标最优性的讨论中，由于考虑的功能很多，有的系统方案在这方面的功能较好，而在另一方面则较差，很难找到一个完善的系统。因此，在一些互相矛盾的功能要求中有时就必须找出一个合理的妥协和折衷，再说定性目标的考虑有时很难定量地最优化。所以有人提出“满意性”的观点，即不一定追求真正的“最优”，只要这个系统大家认为满意就行。这种寻求“满意性”的系统方案的方法，虽不如某些找“最优性”方案的方法那么严格、精确，但它比较灵活、省事，且可以综合吸收人们的一些经验判断等。

第二章 系统工程

第一节 系统的概念

系统工程是工程进入系统发展时代以后产生的一门新学科，是为解决工程发展中的系统性问题而发展起来的一门综合性很强的学科。在解决极其复杂的系统性问题的过程中，社会科学与自然科学、技术科学互相渗透、互相融合、互相促进，从而产生了一门既不属纯粹社会科学，也不属于纯粹自然科学或技术科学的新兴学科，这就是系统工程。

一、工程发展中的系统性问题

第二次世界大战以来，科学技术的发展突飞猛进，一日千里。各种重大发展和发明以惊人的速度在增长，而科研成果从理论研究到实际应用的时间间隔却在迅速缩短。如十九世纪自然科学重大发现、发明总数只有546项，到了二十世纪上半叶已达961项，而五十年代以来仅三十多年，总数已超过1000项。现在，几乎每隔七到十年，世界知识总量就要翻一番。由于科学上的突破和新技术的采用，使得有些新产品的劳动率成十倍、成百倍甚至成千倍地提高。科学技术的飞跃发展和社会生产力的巨大提高，使得“空间变狭窄”、“时间相对地缩短”，事物间的普遍联系越来越重要，事物的“整体化”（系统化）越来越突出。展现在人们眼前的将是各种各样的“系统”。人类改造自然、改造社会的活动对象不再是一些简单的单项工程，而是一些庞大复杂的工程系统。这些工程系统不仅规模极其庞大，结构错综复杂，而且它与周围环境之间的联系和影响显得日益突出。面临这些庞大的、复杂的、直接对人类社会生活产生巨大而深远影响的工程系统的开发任务，我们会遇到很多新的问题，这些问题具有如下一些共同的特点：

（1）既包含技术因素，也包含社会因素和人的因素。这些问题，除了广泛涉及自然科学、工程技术等有关学科和专业外，还广泛涉及政治、经济、社会、文化、教育、军事、法

律以及心理学、哲学等许多领域，从而形成了政治、经济、社会、技术诸因素综合于一体的社会——技术问题。

(2) 综合性很强。需要综合运用各门学科的知识各种专业技术的成果，并要在大范围，多部门之间组织协调和综合平衡，才能解决问题。

(3) 无样本，不确定，不分明。即不可能通过实体实验来取得它的整体属性的信息。

这些就是所谓工程发展中的系统性问题。系统工程的任务就是要研究和解决这类问题，以保证工程开发与自然环境和社会环境相融合，使工程能够顺利发展，最终取得成效。

二、系统工程的定义

系统工程的研究对象是庞大复杂的工程系统。“工程”是广义的，不是某一项专业的工程技术，而是泛指某一项改造自然、改造社会的任务。它超出了传统工程领域，包括社会、经济、军事、科技、教育等社会的各个领域，是广义的工程系统。如果继续沿用传统工程的解决办法——单纯的自然科学原理和工程技术手段是不能奏效的。单纯技术观点有可能在解决一个问题时给另一个问题留下隐患。因此，只能综合运用社会科学、自然科学和工程技术的成果，组织跨行业、多学科、大范围的协同攻关，才能真正解决问题。系统工程为此应运而生。

那么，什么是系统工程？系统工程是工程进入系统发展时代的产物，是信息化社会的产物，是一门横跨社会科学，自然科学、技术科学和工程技术的社会——技术学科。它是按照系统科学的思想，运用信息论、控制论、运筹学等理论，以信息技术为工具，用现代工程的方法去组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验及用系统的一门综合性工程技术。它把研究对象看成是依一定秩序、相互联系的，可用定性定量进行描述的一个系统，所应用的主要描述方法是借助于模型，特别是数学模型，即用变量去描述系统的状态，用数学方程式去定量反映各变量之间的相互关系。据此，我们把它概括为：系统工程是从系统思想出发，运用信息论、控制论、运筹学等理论，以信息技术为工具，用现代工程技术的方法研究和解决工程发展中系统性问题的一门社会——技术学科。

系统工程作为一门独立的学科刚刚形成，无论是在理论上还是在实践上都还处于发展之中，其体系还不完善。人们对它的认识也很不一致，国内外一些学者给下的定义不尽相同，目前还找不到一种公认的明确的定义。下面列举国内外一些学者给下的定义，供参考。

系统工程是组织管理系统的规划、设计、制造、试验和使用的科学方法，是一种对所有系统都有普遍意义的科学方法。

——钱学森

系统工程是以研究大系统为对象的一门跨学科的边缘学科。

对系统的分析、综合、模拟、最优化等称为狭义的系统工程。为了合理地进行系统的研制、设计、运用等工作所采用的思想、程序、组织、方法等内容是广义的系统工程。

——西安交大汪应洛

系统工程是为了研究由多个子系统构成整体系统所具有的多种不同目标的相互协调，以期系统功能的最优化，最大限度地发挥系统组成部分的能力而发展起来的一门科学。

——美国，H·chestnut