

企业管理系统工程普及教材

天津市企业管理协会 编
天津大学系统工程研究所

天津科学技术出版社

企业管理系统工程普及教材

天津市企业管理协会 编
天津大学系统工程研究所

★

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道130号

天津新华印刷二厂印刷

新华书店天津发行所发行

★

开本860×1168毫米 1/32 印张16 26 字数415,000

1987年2月第1版

1987年2月第1次印刷

印数：1—7,830

书号：4212·29 定价：3.25元

ISBN 7-5308-0059-0/F·2

目 录

绪 论	(1)
第一章 企业经营战略决策及目标管理	(13)
§ 1. 企业经营战略决策	(13)
§ 2. 目标管理	(33)
第二章 系统分析	(56)
§ 1. 系统分析的基本概念	(57)
§ 2. 系统分析的步骤和内容	(60)
§ 3. 经济分析方法	(70)
§ 4. 系统分析的应用	(81)
第三章 数学规划方法	(83)
§ 1. 线性规划	(83)
§ 2. 目标规划	(139)
§ 3. 动态规划	(149)
第四章 统筹法 (网络技术)	(160)
§ 1. 网络的基本概念	(160)
§ 2. 网络的评审技术	(165)
§ 3. 网络评审技术的应用	(187)
第五章 存贮论	(191)
§ 1. 存贮论的基本概念	(191)
§ 2. 确定型存贮模型	(195)
§ 3. 变需求量的存贮模型	(204)
§ 4. 随机性存贮模型	(210)

§ 5 其他类型存贮问题.....	(223)
第六章 预测技术	(225)
§ 1. 预测技术概要.....	(225)
§ 2. 定性预测方法.....	(229)
§ 3. 因果关系的预测方法.....	(233)
§ 4. 时间序列预测方法.....	(263)
第七章 公共交通系统的规划.....	(291)
§ 1 概述.....	(291)
§ 2. 交通数据的调查.....	(295)
§ 3. 交通配置.....	(300)
§ 4. 公交系统的线路优化.....	(305)
§ 5. 公共交通系统的最优调度.....	(312)
第八章 投入产出分析方法.....	(317)
§ 1. 投入产出表.....	(317)
§ 2. 消耗构成的确定.....	(326)
§ 3. 部门间投入产出综合平衡模型的主要用途.....	(344)
第九章 决策技术	(350)
§ 1. 决策概述.....	(350)
§ 2. 决策的要求和决策方法的一般介绍.....	(356)
§ 3. 决策的若干基本概念.....	(357)
§ 4. 单目标确定型决策.....	(360)
§ 5. 风险型决策.....	(361)
§ 6. 完全不确定型决策.....	(380)
§ 7. 多目标决策.....	(384)
§ 8. 决策分析示例.....	(397)
第十章 层次分析方法.....	(410)
§ 1. 概述.....	(410)

§ 2. 层次分析法的基本原理.....	(412)
§ 3. 层次分析法应用的基本步骤.....	(421)
§ 4. 层次分析法的计算.....	(426)
§ 5. 层次分析法应用示例.....	(432)
第十一章 对策论.....	(437)
§ 1. 对策模型的要素.....	(438)
§ 2. 二人零和对策.....	(439)
§ 3. 二人零和对策的求解法.....	(451)
§ 4. 对策论的应用及一些推广.....	(459)
第十二章 <u>控制论基础</u>	(461)
§ 1. 概述.....	(461)
§ 2. 控制系统.....	(462)
§ 3. 系统的数学描述.....	(465)
§ 4. 系统组合的基本形式.....	(476)
§ 5. 控制系统的稳定性.....	(477)
§ 6. 控制及其基本方式.....	(483)
§ 7. 最优控制.....	(489)
§ 8. 大系统的控制问题.....	(500)
§ 9. 适应式控制.....	(507)
参考书目.....	(509)

绪 论

系统工程是从本世纪四十年代随着近代数学、电子计算机的产生而发展起来的一门新兴科学技术。它经过二十多年的发展，于六十年代在征服宇宙空间的实践中确立了自己的体系，目前在一些工业发达的国家里已被广泛地应用，在我国也越来越被人们所重视。

系统工程生动地证明了唯物辩证法是唯一适合于现代科学发展的思维方式，而且大大地丰富了辩证唯物主义。唯物辩证法告诉我们要系统地、全面地、发展地、辩证地去认识问题、分析问题和解决问题。系统工程运用这种思维方式加上现代计量理论和数学方法，使系统设计、系统控制更具体化、精确化。系统工程发展很快，特别是在以公有制为基础的社会主义国家里，它的应用和发展更广泛，更富有生命力。

一、系统的概念

系统工程是一种综合性的管理工程技术。开始它是以研究和处理大规模复杂系统为对象的一门新兴的边缘科学，目前已在很多领域内广泛应用。它是运用自然科学和社会科学中的有关思想、理论、方法和手段，根据系统总体协调的需要，对整个系统的构成要素、组织结构、信息交换和反馈控制等功能，进行综合分析、设计、试验、实施，以便最充分地发挥人力、物力和财力的潜力，维持人们活动空间的最优环境，管好企业、管好社会等，以期达到最合理、最有效、最经济地实现系统的整体综合最优化的组织管理方法。

系统工程虽然是一门工程学，但它与其它工程学的性质有所不同。如机械工程、电气工程、水利工程、土木工程等的工程学

都有其特定的对象，而系统工程则不限于某个领域，任何一个自然系统、社会经济系统、经营管理系统都能成为它研究的对象，如生态的、人类的、天文的以及社会结构、企业管理、工作程序等。系统工程和各个对象的实践相结合，就形成不同的系统工程。诸如农业系统工程、水资源系统工程、环境系统工程、科研系统工程、企业系统工程、军事系统工程、教育系统工程、社会系统工程等。

由于系统工程还是一门新兴的科学技术，又由于国外研究系统工程的科学家本人所从事的职业的不同，故给系统工程以不同的定义和名称。对于系统工程的定义暂且不去研究它。现在我们可以认为系统工程就是从全局观点出发对各个领域、各类系统综合组织管理工程技术的总称。

二、系统工程的基本特点

(一) 整体性 (全面性、系统性)

整体性是把研究对象看作一个整体系统，这个系统又是由若干个分系统（也叫子系统）有机的结合起来的。在设计系统时，根据整体目标的要求，解决分系统与分系统之间，分系统与整体系统之间的矛盾，不能从局部的角度来考虑，而要从全局的、整体的利益来考虑。例如一艘客轮是一个系统，它由许多分系统组成，若从某一个分系统考虑问题，可以把这个分系统的功能指标提得很高，系统搞得很大，空间占得很多，这样就可能影响全客轮的统一布局 and 整体功能。因此分系统的性能指标必须服从系统的总体功能的需要。

(二) 关联性 (协调性)

用系统工程分析和处理问题时，不仅要考虑部分与部分之间，部分与整体之间的相互关系，而且要认真地协调它们的关系。因为各系统的相互关系和作用，分系统同整体间的相互关系和作用，直接影响整体系统的性能。协调它们的关系的目的在于保证和提高系统的整体性能。例如修一条公路就是一个系统工程。从路

面设计，地下设施，到人、财、物的分配等，都要事先制定一个整体工程规划。在修路基时就要协调好修地下铁道、上下水道、通讯电缆等地下设施的有关部门的工作，制定科学的工程进度，质量指标，以保证整个工程的顺利进行。而且这种协调从始至终，是一个动态控制的过程，否则就会出现“拉锁”公路，今天这个部门刨开路面修上水道，明天那个部门又刨开路面修下水道，造成很大的浪费。

（三）综合性

系统工程要求综合运用各种学科和技术的成就，使各种技术相互配合、相互促进，以达到整体系统的最优化。所谓技术的综合运用，不是把各种技术简单地堆积在一起，而是从系统的总目标出发，将有关的技术进行协调配合，综合运用。综合运用各种技术的另一个重要方面是创造新型的技术综合体，如制导武器，激光武器等是许多有关的新技术的综合运用的产物。一般来讲，一项基础理论的突破，必然出现新的技术革命，伴随产生新技术设备。但一项新型技术综合体的出现也不一定是由于某一基础理论的突破。例如电子计算机控制和管理生产系统是当代许多先进技术的综合体，但它并不是因为某项基础理论研究的突破才出现的，而是综合地应用自动控制技术，电子计算机技术和管理科学所获得的成就。

（四）满意性（最优化）

系统整体性能的最优化，是系统工程的最终目的。也就是从整体系统出发，通过协调各分系统的关系，综合运用各种新的技术成就，进行科学化的管理，最后达到技术上先进，运行中可靠，经济上合算，时间上最省的效果。在动态中协调整体与部分的关系，使部分的功能和目标服从系统的总体最佳目标，以达到总体最优。然而系统的目的指标，有些是相互促进的，有些是相互矛盾的。例如要想使系统的性能增加，时间就要延长，费用也要增加。因此在衡量系统目的所达到的程度时，一般用系统的价

值来衡量。而系统的价值是由系统的性能、建立系统所必须的费用、完成系统所需要的时间以及系统的可靠性等方面来决定的。增加系统的性能和可靠性,可提高系统的价值,但性能和可靠性的增加,又要增加费用和时间,而费用和时间的增加又会使系统的价值减小。因此所谓“系统的满意性”是分析各方面的得失,把不同方面对价值的影响因素统一考虑,使系统的价值相对最大。

三、系统工程的基础理论。

系统工程的基础理论主要是控制论、信息论、系统论、运筹学和马克思主义的唯物辩证法等。

控制论是自动控制、电子技术、无线电通讯、神经生理学、生物学、心理学、医学、数理逻辑、统计力学等多种科学相互渗透的产物。它的思想可以追溯到古代和近代自动机器以及社会管理方面的影响。但它产生的直接原因是三十年代以来现代科学技术革命的推动和新理论成果的结晶。它的形成大体可以分为三个阶段:1942年以前酝酿阶段,1942年至1948年是形成阶段,五十年代后是发展阶段。目前控制论正向许多方面渗透,并向纵深发展,正在形成大系统理论和智能控制。美国科学家维纳在控制论研究工作中,突破了传统方法束缚,为现代科学技术研究提供了新方法。他根据自动控制系统随周围环境的某些变化来决定和调整自己运动的特点,摒弃了牛顿和拉普拉斯的机械决定论,把控制建立在新的统计理论的基础上;他撇开对象的物质和能量的具体形态,着重从信息方面来研究所有可能的行为方式和状态及其变动趋势。他把寻求学科之间共同联系的纽带作为创立控制论的目的,把功能模拟、系统法、反馈法、信息法作为科学方法自觉地运用到控制和通讯系统的研究中。这些方法已被日益广泛地运用于生物学、神经生理学、心理学、医学、工程技术以及经济管理和社会管理等许多领域,并取得了显著成就,这些方法有力地促使科学理论向整体化、系统化、综合化方向发展。

信息论是控制论的基础。狭义信息论是应用数理统计方法来

研究信息处理和信息传递的科学。它研究通讯和控制系统中普遍存在着的信息传递的共同规律，以及如何提高各信息传输系统的有效性和可靠性。现在已发展成一种广义信息论，在美国称为信息科学，在西欧称为信息系统。信息论的产生，是从1928年美国哈特莱发表的“信息传输”一文开始的，他首次提出了消息是代码、符号、序列而不是内容本身。排除了主观成分，实现了概念上的突破，他还第一次提出了信息量的概念，并用数学公式加以描述。这对信息论的创始人申农有很大影响。1948年在贝尔电话研究所工作的申农，为了解决信息的编码问题，把发射和接收作为一个整体通讯系统来研究，并与魏维尔一起提出了“通讯的数学理论。”从此信息论就正式问世。

系统论是由一般系统学发展而来的，一般系统学是由美籍奥地利生物学家L·V·贝塔朗非创立的一门逻辑和数学领域的科学，它的主要目的是确立适用于系统的一般原则。它运用完整性、集中化、等级结构、终极性、逻辑结构等概念，找出适用于一切综合系统或子系统模式、原则和规律。后来又发展成为包括一般系统论、控制论、信息论、集合论、图论、网络理论、系统数学、对策论、判定论、计算数学、模拟……的理论和方法，统称为系统论。这种把事物作为有机整体进行研究的思想符合马克思主义的唯物辩证法，但现代系统论产生的直接来源还与三十年代生物学中的机体概念研究有关。1925年英国数理逻辑学家哲学家怀德海发表《科学与近代世界》一文，他主张把科学体系建立在机体这一综合概念的基础上，与此同时，劳特卡(1925年)和柯勒尔(1927年)提出了系统论的基本原理。这些对当时科学界都产生了影响，对贝塔朗非有启发，他于1932年发表了《理论生物学》，1934年又发表了《现代发展理论》，提出用数学和模型来研究生物学的方法和机体系统论概念。他认为这是系统论的萌芽。但系统论真正受到人们重视还是六十至七十年代的事。那时由于从四十年代在军事和通讯控制工程中运用系统方法逐渐形成了系统工程学，

战后推广到组织管理方面取得了很好的效果。1957年美国麻省理工学院哥德、迈克尔发表了专著《系统工程》，特别是在研制原子弹和阿波罗登月计划中所取得的显著成效，充分显示了这门学科的生命力，引起人们的广泛重视。正是在这种情况下，贝塔朗菲的一般系统论的基本原则越来越被人们注视。1968年他出版的《一般系统论：基础、发展和应用》一书根据战后系统方法应用在各方面取得的实际成效，进一步历史地系统地阐明了他的思想，这是目前能见到的比较全面地论述系统论的完整著作。

运筹学是系统工程的起源和重要基础。它主要是解决生产和经济规划中的某些实际问题，并使其成为发挥最大效率的科学。

系统工程学与马克思主义的唯物辩证法有着特别密切的关系，唯物辩证法认为，世界是物质的，物质世界是由无数相互联系、相互依赖、相互制约、相互作用的事物所构成的统一整体。要认识事物的本质，就要全面研究它的一切方面和一切联系。系统工程学的整体性原则和相互联系的原则反映了这个思想。马克思主义的唯物辩证法还认为，客观事物的发展是有规律的，要认识事物，就要分析掌握它的客观规律，系统工程的有序性原则反映了这个思想。另外，任何事物都存在着矛盾，而矛盾又是不断发展变化的，系统工程的动态原则也反映了这个思想。如此等等。这说明把系统工程学建立在马克思主义的哲学唯物辩证法基础上，才能得到正确的运用和合理的发展。

系统工程涉及的基础理论非常广泛。钱学森同志在《再谈系统科学的体系》一文中描绘了系统科学体系的框图。在这个图中可以清楚地看到系统工程和其他科学的关系。见图0-1-1。

四、系统工程的内容和步骤

(一) 系统工程的内容

一般包括系统工程的程序：系统分析、系统设计、系统的分级与协调、系统的模型和转换、系统的最优化、系统的组织管理技术、系统的评价、系统的预测等等。系统工程实际应用的结果。

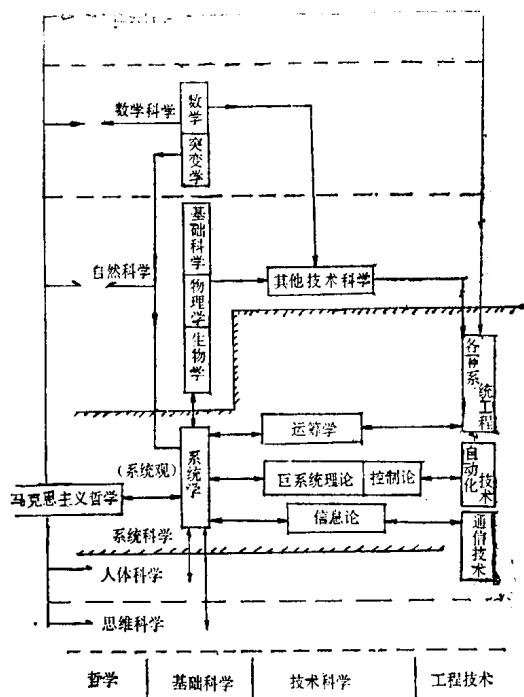


图 0-1-1

要求系统的总体规划和设计达到最优设计、最优控制及最优组织管理（所谓最优也是在一定的条件下相对而言的）。总之，系统工程研究的主要内容是模型化和最优化的问题。

（二）系统工程的工作步骤

1. 确定对象。即提出需要解决而且可能解决的问题。
2. 选择目标。确立一个效能准则，以此衡量目标达到的程度。
3. 收集数据。在分析系统的组成成分的基础上收集、处理有关的数据。
4. 系统分析。建立模型，求解所建立的模型，并检验其有效性。对系统内的各个相互关联相互依存的因素进行分析；对整个系统及各个子系统的功能及它们的相互关系进行分析；确定对各个子系统的要求和指标分配。
5. 方案选择。为完成预定的任务和各个子系统的指标要求，

制定出各种可能实现的方案。进行分析模拟，由于一个系统往往受许多因素的影响，当某个因素发生变化时，系统的指标也会随之发生变化，因此需要通过分析模拟来确定一些可行的方案，加以比较，从中选出技术先进，经济合理的最优方案。

6. 方案实施。通过实践来检验和校正方案，以求不断完善。

五、企业系统工程

企业管理系统工程是系统工程的一个重要门类，是系统工程在企业经营管理方面的应用。它主要研究企业的经营战略、经营方针和经营目标，以及企业的重大改革、产品开发、技术改造、生产规模、产品的价值与功能、市场预测等，为企业领导人选择最优决策方案提供定量和定性的客观依据。

企业经营最优化决策有两种情况：一是如何最合理地运用有限资源，生产尽可能好和多的产品；二是如何合理安排生产经营活动，使消耗最少成本最低，产品质量最好。下面我们从经营管理方面来研究企业系统工程的基本概念与方法：

（一）企业系统工程的基本观点

现代工业企业生产经营管理活动有三个基本特性，即目的性、整体性和适应性，它是由工业的系统特性决定的。工业企业系统工程是用系统工程的基本观点探讨并解决生产经营活动的优化问题，需掌握五个基本观点：

1. 全局观点。企业系统存在于社会环境之中，环境又是一个更高级的系统，企业目标的制定受着国家计划、原材料的来源、市场需求和企业内部的人、财、物等条件的制约。企业的各项管理工作都是直接或间接地为实现企业目标服务的。从产品筛选直至为用户服务的全部生产——销售过程，是个反复循环、周而复始、不断创新、永无止境的过程。企业的各部门正是通过产品的发展与研究、设计与实验、加工与装配、销售与使用等层层环节而达到为社会主义建设服务的目标，并通过来自用户与社会的反馈信息，不断提高产品的质量，降低产品的成本，生产出更多更

好的产品投入市场。企业内各要素相互间的有机联系与独立机能只能统一和协调于这一整体之中，对任何一个要素的决策应从全局考虑利弊得失。

2. 相关观点。生产销售过程需要有与其平行的生产准备和服务过程等。如劳动力的培训和储备，原料、辅料和动力等物资的供应以及广告、宣传、服务网点等各种服务性工作的准备等。这些生产经营活动各有相对独立的内容和相应的专业管理活动，这些专业管理之间既互相协调，又相互制约，构成工业企业完整而严密的经营管理与生产管理体系。

3. 最优化观点。在工业企业中，整体效益最优化观点，几乎遍布于企业的各项工作之中。如企业为了能最大限度地满足社会主义建设需要，在生产现有产品的同时，要预测未来一定时期的产品发展方向，并制定相应的产品发展目标。这是一个最优化“产品发展远景计划”的决策问题；企业为完成预期的生产任务，安排进度计划，应力求时间最短、费用最低、利润最大、质量最好。这是一个最优化“生产经营计划”决策问题；企业为达到预期的利润指标或成本指标，需进行一系列的价值——成本分析、市场需求预测、最佳库存量的制定等具体工作。这是一个最优化“销售经营计划”的决策问题。每一个环节的优化都需服从于企业整体经营效果的优化，这是企业经营决策的核心。

4. 综合观点。工业企业的经营管理具有非常强的综合性。这一综合性表现在技术内容上几乎概括了与企业生产、经营有关的各个学科领域。在经营管理上有全面质量管理、全面计划管理、全面经济核算、全面人事劳动管理和经济责任制等，都是由全体职工参加的综合民主管理方法。全面计划管理就是对企业的全系统，进行计划的全程序控制，以达到全效益目标的一种有组织的活动，是企业中的一项综合管理；全面质量管理是以用户需要为依据，以用户满意为标准，以发展产品品种和提高产品质量为目标，是非常重要的综合性管理；全面经济核算是在国家计划指导下，

以不断提高企业经济效益为目标，利用会计核算、统计核算、业务核算以及经济活动分析和财务成本预测等手段，发动全体人员，对企业的各方面和全过程进行经济活动控制与监督。它主要追求的系统目标是企业的最终经济效益。它控制的对象是企业总系统中的一个分系统，是一项综合性管理；全面人事管理是对企业所有部门的人员，从录用、调配、教育、考核、晋升、工资、福利、劳保、奖惩，一直到退休安置等全过程统一进行管理的制度。其任务在于更有效地开发人力资源，科学地组织劳动过程，不断提高企业全员劳动生产率水平。是企业的一项综合性管理；经济责任制是解决生产资料与生产力结合的具体方法和形式，符合社会主义的物质利益原则，也是一项综合管理。它是与其他全面管理，虽然各有自身的控制系统、目标、手段和工作体系，但又是相互联系、相互渗透、相互配合和相互制约的统一体，既统一循环又自我循环。所谓综合管理就是既把别的管理纳入自己的管理范围，进行协调与控制；又把自己的管理原则渗透到其它管理中去。

5. 适应观点。工业企业的生产经营活动，不仅要接受实际经济效果的检验，还应接受各种社会因素（如国家的发展变化、与之相适应的政策变化、用户的心理、市场潜力的大小等）和时间的考验。它具有强烈的实践性。随着企业外部和内部环境的变化与发展，需要不断推出新产品，采用新工艺和新技术并随时以更先进、更科学的经营管理技术来促成自身的革新。企业系统必须与外部环境发生信息的、物质的、能量的交换与联系，只有保持其最佳的适应状态，即做到动态控制，才能把企业经营管理搞活，对国家做出尽可能大的贡献。

（二）企业系统工程的一般工作步骤

企业系统工程的基本工作步骤与系统工程的工作程序是一致的。

1. 确定目标。从企业全局出发提出问题，确定总目标及效能

准则（即衡量目标的标准）。

2. 收集资料。建立健全原始记录，收集整理数据，分析可挖因素，确定相应的约束条件，使分析问题能抓住主流并能提出初步的对策。

3. 建立模型。在对问题各方面充分调查研究的基础上，建立起经过抽象化的反映问题本质因素的数学模型。

4. 优化分析。对模型进行必要的分析，计算出最优解（有时很难建立数学模型，也可以建立逻辑模型）。

5. 分析评价。对各方案的分析计算结果进行综合比较，做出客观评价，供领导与决策部门择优选定。

6. 实施。由专业部门对已选定的方案进行设计、试验与实施。将有关的指标交厂级综合部门进行综合平衡后分解指标，建立起目标管理的保证体系，落实经济责任制，保证实施。

7. 建立和加强信息反馈系统。

最后还要通过实践来检验和校正决策，实行动态控制，以求在执行过程中不断完善。

企业运用系统工程搞好管理，首先需要制定优化的经营战略，然后围绕企业的经营总目标综合运用各种工程学和管理技术，取得企业的最佳效益。系统工程是从全局观点出发对各个领域进行综合组织管理的技术，它是建筑在当今工程学及管理技术之上，水平最高的组织管理技术。

一般工程学和管理技术的发展同系统工程的关系可见图0-1-2。

IE——工业工程学。是把人、原料、设备作为一个整体去发挥其功能的科学。由美国管理学家泰勒创始的。

QC——质量管理。是美国休哈特于1920年创立的，当时叫“质量管理”后发展为“全面质量管理”。

VE——价值工程。是在工业工程和质量管理等基础上发展起来的。起源于美国，迈尔斯工程师以材料代用逐步发展形成的

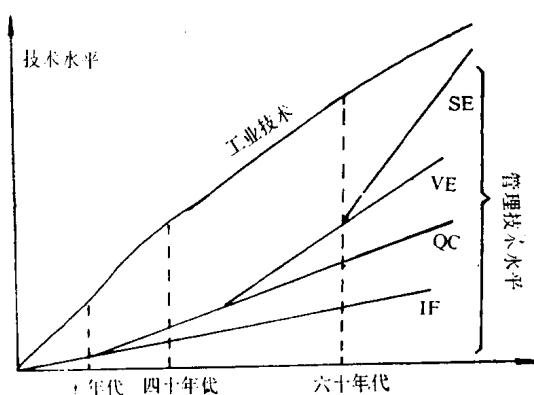


图0-1-2

一门工程学。于1947年确立。

SE —— 系统工程。始于四十年代，到六十年代初在征服宇宙空间的实践中确立。1957年美国麻省理工学院哥德、迈克尔发表了《系统工程》专著。

企业要运用系统工程搞活经营，首先是在市场调研、市场预测的基础上结合本厂的具体条件制定企业优化的发展战略，确定企业的经营方向、方针和总目标，然后根据总目标的要求，逐步开展中、长期规划，管理组织优化设计，业务流程优化，优化排产，投入产出，新产品开发，物流系统信息管理，财务会计系统管理，计算机信息网络和多目标管理等子系统的模型。最终建立起全厂的系统工程管理体系。