

GUANLI
XITONG
GONGCHENG
GAILUN

管理系统工程概论

顾亚声 主编

陕西科学技术出版社

管理系统工程概论

顾亚声 主编

陕西科学技术出版社

内 容 简 介

本书包括系统和系统工程、技术经济分析、定量分析方法（线性规划、动态规划、存贮、排队、模拟及计划网络）、及生产管理系统。主要介绍数量分析方法的应用。

本书可作为工科院校各专业（系统工程及管理工程专业除外）的教材或教学参考书，可作短训班教学参考书，也可供有关工程技术人员及管理人员自学和参考。

625256

管理系统工程概论

顾亚声 主编

陕西科学技术出版社出版

（西安北大街131号）

陕西省新华书店发行 咸阳市印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张8.5625 字数181,000

1984年9月第1版 1984年9月第1次印刷

印数1—13,500

统一书号：15202·88 定价：1.35元

前 言

本书是根据一九八二年三月航空工业部航空专业教材第一编审委员会系统工程专业小组《管理系统工程概论》教材编写会议审定的《管理系统工程概论》教材编写大纲编写的。其目的是供工科专业（系统工程及管理工程专业除外）学生在已经学过政治经济学、高等数学及计算机程序设计等课程，并具有一定的工厂管理知识的基础上，再深入地学习一些现代管理知识。本书只选择介绍一部分有关管理系统工程的内容，取材偏重在数量分析方法的应用上。

参加本书编写的有西北工业大学顾亚声（第一章系统及系统工程），南京航空学院金学禹（第二章技术经济分析），郑州航空工业管理专科学校贾欣昊（第三章第一节线性规划模型，第二节动态规划模型及第三节存贮模型），北京航空学院杜端甫（第三章第四节排队模型，第五节模拟方法及第六节计划网络模型）及西北工业大学赵景文（第四章生产管理系统）。顾亚声担任主编。

本书经西安交通大学汪应洛副教授主审。陈金贤副教授，欧阳毅副教授和陶谦坎副教授也参加了审稿工作。

本书编写过程中参考了许多文献，谨向有关作者表示衷心感谢。

限于我们的水平，书中不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

一九八三年十二月

目 录

前 言

第一章 系统及系统工程	(1)
一、系统的概念	(1)
二、系统工程及其产生	(2)
三、系统工程方法论	(4)
四、工业企业系统	(8)
五、工业企业管理与系统工程	(10)
六、系统分析的步骤	(13)
第二章 技术经济分析	(19)
一、技术与经济的关系	(19)
二、技术经济效果	(21)
三、盈亏平衡点方法	(25)
四、工业可行性研究	(33)
五、产品设计方案的经济分析	(50)
六、产品工艺方案的经济分析	(54)
七、价值分析	(63)
第三章 定量分析方法	(79)
一、线性规划模型	(79)
二、动态规划模型	(113)
三、存贮模型	(123)
四、排队模型	(136)
五、模拟方法	(160)
六、计划网络模型	(176)

第四章 生产管理系统	(206)
一、生产系统及其类型	(208)
二、生产计划及控制	(217)
三、预测方法	(219)
四、生产计划	(230)
五、过程计划	(240)
六、进度计划	(249)
七、生产控制	(265)

第一章 系统及系统工程

一、系统的概念

系统是由互相关联的多个元素集合而成的并具有特定功能的有机整体。如一架飞机，一个企业或一套制度都可以称为系统。宇宙中的太阳系也是一个系统。然而，作为系统工程对象的系统具有以下含义：

1. 它是人造的系统或者是经过改造的自然系统。这就是说，我们所指的系统不是太阳系等非人造系统。

2. 它是有目的有组织的许多不同部分的集合体。我们设计的系统具有一定的目的，其所有部分(元素)都是为了共同目的而组织起来，成为有机整体。系统的目的是人为规定的并且可以更改的。为了达到系统的目的，系统的组成以及各部分之间的关系也是人为规定的并且可以更改的。

3. 它是大规模的复杂系统。这个系统是由多个分系统组成，而且是多层次的。系统下面有分系统，分系统下面有子系统。而这个系统本身又从属于一个更大的系统，并且是它的有机组成部分。这个更大的系统就是系统的环境。或者说，系统的环境是存在于系统之外而又与系统内部元素有关的那些元素。例如，工业企业系统的环境，就是与工业企业系统内部人、物、财和信息有关的工业企业外部的人、物、财

和信息,如劳动力来源、物资来源、资金渠道、国家计划、政府政策、法令、商品市场等。系统的复杂性表现在系统与环境,系统内部元素之间存在的相互关系十分复杂,这些关系往往带有不确定性和竞争性。

二、系统工程及其产生

二十世纪六十年代,有人认为对于系统工程方法,虽然每个系统是由许多不同特殊功能的部分所组成,但是每个系统都是集合整体。每一个系统都有多个目标,而它们之间的重要性在各种系统中可能大不相同。系统工程方法则按照各个目标的重要性进行权衡,求系统总体功能最优化及系统各个组成部分的最大协调性。一九六七年,日本工业标准JIS规定:“系统工程是为了更好地达到系统目标而对系统的构成要素、组织结构、信息流动和控制机构等进行分析与设计的技术”。七十年代,有的学者指出,系统工程是为了合理地开发、设计和运用系统而采用的思想、程序、组织和方法的总称;系统工程是一种边缘科学。它不仅涉及工程学的领域,还涉及到社会、经济和政治等领域。为了解决这些领域的问题,除了需要某些纵向技术以外,还要有一种技术从横的方向把它们组织起来,这种横向技术就是系统工程。一九七八年我国著名学者钱学森等指出:“把极其复杂的研制对象称为系统,即由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成具有特定功能的有机整体,而且这个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。……系统工程则是组织管理这类系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法,是一

种对所有系统都具有普遍意义的科学方法。”

我们认为：系统工程是以大型复杂系统为研制对象的综合性科学技术。它用系统思想方法，借助自然科学、社会科学理论与方法，以及工程分析和设计的方法，研究大系统的组织建立或经营管理，使局部与整体之间的关系，系统与外界环境的关系互相协调配合，以实现系统目标综合最优化。

系统工程来源于社会实践。在中外历史上早已有“系统思想”的实践。我国战国时期秦国都江堰水利工程和宋真宗时皇城失火后宫殿修复工程，都在不同程度上反映了朴素的“系统思想”的应用。然而，二十世纪四十年代以来，现代科学技术活动的规模迅速扩大，为了完成规模巨大而复杂的工程和大型复杂产品的研制和生产任务，人们才自觉地认识到系统工程方法的必要性和重要性。同时，运筹学、现代数学方法、模拟技术、控制论、信息科学和电子计算机等科学技术的发展，使我们能够定量分析系统与系统之间和系统内部的复杂关系，进行最优设计，并实行有效的控制。本世纪四十年代美国贝尔电话公司在发展微波通讯网络时，为了缩短科学发明及投入应用的时间，采用了“系统方法”，首先提出“系统工程”这个名称。第二次世界大战时，大规模的战争活动要求用最新技术，在最短时间内生产出新的武器装备，并在战场上最有效地使用这些武器装备。这就需要全面地、系统地研究解决武器系统和军事指挥系统以及后勤供应系统的组织问题。当时，英国在发展雷达报警系统和美国在研制原子弹的曼哈顿计划的实践活动中都应用了系统工程方法而取得成效。一九五七年出版第一本名为“系统工程”的

书^①。理论与实践相互促进，系统工程进入了自觉发展的阶段。六十年代美国阿波罗登月计划的实现是运用系统工程取得显著效果的典型事例。随着我国国防尖端科学技术研究工作的发展，我国在工程技术系统的总体设计组织方面也取得了丰富的实践经验。一九七八年我国科技工作者提出了利用系统思想把运筹学和管理科学统一起来的见解，提出了系统工程是组织管理技术的思想。一九八〇年我国成立了中国系统工程学会。

近年来，系统工程的研究和应用范围已由工程技术系统扩大到工业、农业、城市建设、交通运输、能源、环境保护、水利资源利用、医疗卫生事业以及国民经济发展规划等社会经济领域。

三、系统工程方法论

系统工程解决问题的思想、观点和工作程序、步骤称为系统工程的方法论。系统工程的基本思想观点可以归纳为：

1. 整体观点 系统工程把它所研究的对象看作一个系统整体，也把它所研究对象的研制过程看作一个系统整体。从整体出发，考虑局部。系统的局部要服从系统整体，同时又要处理好各个局部之间的关系。系统本身又要与它从属的更大系统相适应。系统中每一个组成部分的功能取决于它配合系统整体要求如何；系统整体的功能又取决于其各个组成部分功能的协调以及系统对外部环境的适应。系统工程的整个工

①指H. Goode, R. E. Machol: System Engineering, McGrawHill, 1957.

程过程在时间上，分为若干阶段。各个阶段的工作应该服从整个工程进度的要求，每一个工作步骤都要与整体协调，而各工作步骤之间互相衔接。

系统工程的最终目的是要把系统的目的、目标完成好，取得最好的效果，而大系统一般是多目标、多方案的。在选择系统方案（措施）时，有的方案在实现某些目标，其效果较好，而实现另一些目标的效果则较差，基于系统整体的观念，就要合理的权衡折衷，以期求得综合最优的方案。有时候，不易求得总体最优解，所以有人提出“满意”的解，以求最满意的系统方案代替求最优的系统方案。

2. 综合应用各门科学和技术的成就 一般来说，大型复杂系统几乎都是多门科学技术的综合体。至于社会技术系统或社会经济系统则更涉及社会的、经济的、政治的因素，要综合应用自然科学、技术科学和社会科学的知识和技术成就于新系统的设计中。

3. 变化的观点 由于未来变化的不可避免性，一个系统在现阶段应该具有达到系统目的的良好性能，但没有必要使系统过分完善，以致这种良好性能保持到现在既定目的过时的时候。例如近代武器系统迅速发展，有一些武器系统五、六年内就可能由于某种新武器的出现而被淘汰。对于某些系统，如电话通讯系统的设计，应该考虑在少改变现有组成单元的情况下，使系统能适应未来的发展。

4. 实践的观点 系统工程是以改造客观世界为目的，极其着重实用。当然，这并不排除对系统工程理论的研究。

系统工程的实践，逐步形成一套科学的工作程序和步骤。这些步骤并非绝对的。根据具体情况，有时把一个步骤

分成几步，有时则反之。下面介绍霍尔（A.D.Hall）提出的工作程序和步骤。

霍尔把一个大型工程系统的工作在时间上分为七个阶段：

（1）规划阶段 定义系统的概念；明确建立系统的必要性；确定系统目的和目标；提出系统的环境条件、约束条件；系统建成的期限；投资限额等。制订系统开发计划。

（2）设计阶段 系统的概略设计，提出各种备选方案，进行系统分析，求得系统设计方案。然后进行详细设计。

（3）研制阶段 对系统中的关键项目进行试验和试制；进行工艺设计。

（4）生产阶段 制订工艺规程；设计和制造工艺装备；进行工厂布置；质量控制等。

（5）移交用户阶段 安装和调试。拟订运行和维护说明书。

（6）运行阶段 系统按照预定用途工作。

（7）更新阶段 取消旧系统代之以新系统或改进旧系统，使它更有效的工作。

在以上每一个工作阶段，使用系统工程方法思考 and 解决问题时的思维过程，要经过七个步骤，称为逻辑步骤：

（1）明确问题 通过调查，尽量全面地收集有关资料，历史的、现状的和发展的，来说明问题之所以成为问题（找差距及原因）。明确问题可以分解为：确定社会有关方面；查证其需要；查明约束条件；识别问题中的可变因素等四个具体内容。问题明确以后，才能提出正确的目标。目标

和问题应该对口，否则就叫做“文不对题。”问题往往不是单纯的，一个总问题往往包含几个小问题，小问题又可分成几个子问题。总目标只有一个，分目标、子目标有好几个。把这些目标按从属关系画起来，象一棵树，称为目标树。子目标是为了实现分目标，分目标是为了实现总目标。离开总目标，追求分目标或子目标叫做“目无全局”，没有系统观点。

(2) 设计指标体系 为了实现目标，必须做工作或开展一系列活动。对于这些活动应该有评价标准，用来考核目标完成的程度或水平。这些标准称为指标。指标与目标是对应的。多目标、多指标相互联系成为一个体系叫做指标体系。

(3) 系统方案综合 收集一切可供选择的方案。

(4) 系统方案分析 推断各个可供选择的方案效果。

(5) 优化每一系统方案 重复步骤1~4并建立模型。

(6) 选择最优方案 以指标体系为方案评价标准，选择最优方案。

(7) 实施 将选定的方案付诸实施，包括分配资源，安排进度和设计反馈控制系统。如果在实施过程中，得到预期效果，那么整个步骤即告一段落。如果未达到预期效果，则需回到前面几个步骤中的任一个，重新做起。

以上七个步骤完成之后，就可进入下一工作阶段。在下一工作阶段又要进行这七个逻辑步骤。

四、工业企业系统

工业企业是从事工业生产经营活动的组织体。工业企业从外界环境输入人力、物力、财力和信息，经过转换过程，向环境输出工业产品或提供工业性服务。从生产力方面看，现代工业企业具有现代工业的生产技术特征：它采用大规模的机器体系进行生产，并有系统地将现代科学技术应用于生产。现代工业企业的生产是具有高度分工与协作的劳动社会化大生产。另一方面，工业企业的生产资料所有制决定工业企业的社会性质。在这方面，社会主义工业企业与资本主义工业企业有着根本的区别，主要表现在生产资料所有制不同、企业收益分配不同、人们在生产中的关系不同和生产目的的不同。

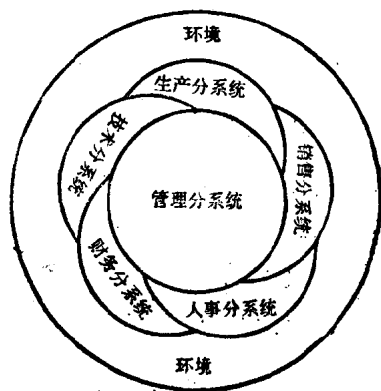


图 1—1

—1 所示。

各个分系统的功能简述如下：

按照第一节中讨论的系统概念，工业企业是一个系统。现代工业企业是由若干个可以区分而又互相关联的分系统所组成，具有一定目的的有机整体。这些分系统可以分别称之为生产分系统、销售分系统、技术分系统、财务分系统、人事分系统、管理分系统等，如图 1

1.生产分系统 合理组织生产过程；按时、按品种、高质量、经济地生产产品或提供服务等。

2.销售分系统 市场研究；调查顾客需要；选择销售方式；促进销售；开展用户服务等。

3.技术分系统 发展新产品、改进老产品；推广新技术、新工艺等。

4.财务分系统 编制费用预算；筹措和调度资金；核算成本、利润等。

5.人事分系统 选用人员；考绩；培训人员；工资及奖励制度等。

6.管理分系统 规定并控制其它分系统的活动，使各分系统的活动协调，达到企业系统的目的。

工业企业系统是多层次的。分系统下有子系统，如生产分系统下有工厂或车间、工段、班组；而工业企业系统本身又是更大的一个系统，如某工业系统的一个分系统。

系统与分系统、分系统与分系统之间的关联表现在总目标与分目标、分目标与分目标之间的关联；时间、空间上的关联；人力、物力和财力分配的关联；以及信息的关联。

工业企业系统属人机系统。它是由提供人力的人和物（机器设备、材料等）所构成。与单纯的机器系统不同，企业系统功能的发挥要通过人的作用。所以研究工业企业系统中的问题要把人与物、人与人、人与工作联系起来作为一个不可分割的整体来观察。要把发挥人的积极性和创造性当作一项重要任务。

工业企业系统是一个动态系统。它受社会、技术和经济环境的影响，为了系统的生存和发展，企业系统要适时地调

整系统结构，以适应外界环境的变化；同时，企业系统也能对环境施加影响。

五、工业企业管理与系统工程

工业企业管理就是通过对企业的生产经营活动进行计划、组织、指挥、控制，去协调企业与外部环境的关系以及企业内部各单位、各部门的工作，从而最大限度地利用企业的人力、物力和财力，有效地实现企业的目的。工业企业管理的基本功能是合理组织生产力和维护生产关系。在管理实践中，这两种基本功能总是结合在一起，作用于生产经营全过程而表现为计划、组织、指挥、控制等具体的功能。

1. 计划 通过对现在和过去有关资料的分析及未来可能发展的预测，确定生产经营的目标和方针；拟订实现目标的方案，综合平衡，作出决策；制定实施计划和工作程序。计划也就是为未来决定做什么，达到什么水平（指标）；如何做；何处做；谁做；何时做。

2. 组织 为了实施一个计划，就需要建立和健全组织体制、管理机构 and 规章制度，明确各个工作岗位的权限和责任以及它们的相互关系；科学地组织生产过程和经营活动；正确配备各类人员，适时地进行调配和调整。组织工作在很大程度上决定着计划的成败，而计划又对组织的结构有直接影响。

3. 指挥 指挥指上级对下属人员的领导和指导，以保证各项活动的正常进行和既定目标的实现。在社会主义企事业中实行指挥，要贯彻执行民主集中制的原则。

4.控制 在计划实施过程中,由于未预料到的系统环境变化的“干扰”及系统内部的“干扰”,实际作业成绩会偏离计划;所以需要控制功能,来校正这种偏离。控制包括制定标准;考核作业的实际成绩与标准有无差异;如果发现差异,迅速反馈并及时采取校正行动(包括调整计划)。制定的标准是与计划目标一致的。控制的目的是保证实现计划目标。图1—2是控制过程的示意图。

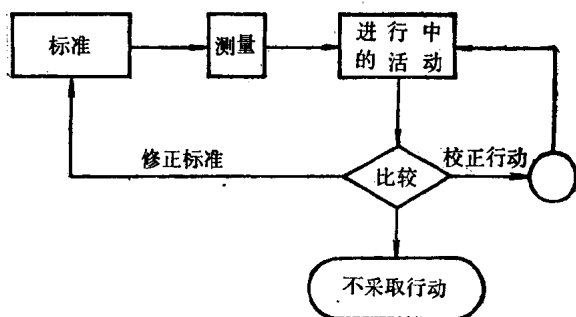


图1—2⊖

随着企业生产规模的扩大,产生了管理按专业分工,例如将管理分为生产管理、技术管理、销售管理、财务管理、人事管理等,构成一个管理系统。在这样的管理系统结构中,各个分系统之间往往由于各自追求分系统的利益而难于协调。例如,生产管理分系统乐于接受大批量生产的产品,减少品种以便组织生产和降低制造成本;销售分系统为了便于销售,要求生产的品种多样化;财务分系统要求加速流动资金的周转和提高资金利润率。

⊖A.S.Philippakis, L.J.Kazmier: Information Systems Through Cobol, P.12, Mc Graw—Hill, 1974