



21 世纪高等院校教材 · 工业工程系列

系统工程概论

主 编 周德群

副主编 方志耕 潘东旭 李洪伟



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材·工业工程系列

系统工程概论

主 编 周德群

副 主 编 方志耕 潘东旭 李洪伟

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书系统地介绍了系统工程的有关理论与方法,重点介绍了系统与系统工程的一般概念、系统工程方法论、系统结构分析、系统演化分析、系统建模、系统结构模型化方法、系统仿真、系统动力学、系统评价和系统决策等内容。为了方便读者掌握书中的有关理论与方法,本书各章给出了一定量的思考练习题。

本书可作为高等院校经济管理类专业的本科生教材,也可作为有关专业的教学参考书,同时对从事相关领域工作的管理人员和技术人员也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

系统工程概论/周德群主编. —北京:科学出版社, 2005

21 世纪高等院校教材·工业工程系列

ISBN 7-03-016053-3

I. 系… II. 周… III. 系统工程-高等学校-教材 IV. N945

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 086643 号

责任编辑:林 建 于宏丽/责任校对:陈丽珠

责任印制:安春生/封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 10 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2005 年 10 月第一次印刷 印张:17 1/2

印数:1—3 000 字数:324 000

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

丛 书 序

教材是科学知识的载体,是教学内容和教学要求的具体体现,是教师组织教学的主要依据。教材质量与教育质量息息相关,高水平教材是培养高素质人才的基本工具。

正是基于对教材质量在人才培养过程中重要作用的认识,南京航空航天大学经济与管理学院历来十分重视教材建设工作。从 20 世纪 80 年代起,坚持组织资深教授负责编写各科教材,并且相继由著名出版机构出版了一批有影响的教学用书。教师在教材建设园地里辛苦耕耘,换来的是人才培养质量的丰硕成果。

南京航空航天大学是在国内最早开办工业工程专业的高校之一,一直是江苏省工业工程专业委员会的挂靠单位。20 世纪 90 年代,南京航空航天大学曾与香港理工大学联合组织出版了一套工业工程培训教材,满足了当时教学工作的迫切需要,产生了一定影响。多年来,南京航空航天大学经济与管理学院工业工程专业注意加强定量方法(模型、预测、决策)类课程的教学,逐步形成了较为鲜明的量化特色,要求学生掌握现代管理理论、方法和工具,强调学生的综合素质和实际动手能力。一些高年级学生和大多数研究生在校期间能够运用所学知识参与相关课题的研究,收集整理数据,建立数学模型,撰写研究报告。待毕业后到了工作单位,已经是具有丰富实际经验的“老手”,深受用人单位欢迎。

2004 年,南京航空航天大学经济与管理学院的工业工程专业被确定为江苏省同类专业中唯一一个重点建设的品牌专业,使我校工业工程专业的社会声誉进一步提升。同时,对我们的教育质量也提出了新的更高要求。与之相应的教材建设任务也进入重要议事日程。在南京航空航天大学和科学出版社领导的大力支持下,我们组织力量着手进行这套工业工程专业系列教学用书的编写工作。可以说,这套教材的每一册都是在作者多年讲授有关课程和从事相关课题研究的基础上凝练而成的,同时也吸收了国内外学者的研究成果。在撰稿过程中,我们始终要求参加编写工作的老师们坚持读者至上的原则,在理论阐述上力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂、易于自学,对相关方法和应用技术的讨论,则力求清晰、详尽而不累赘。因此,这套教材也是一套适宜于政府部门、企事业单位的管理干部、工程技术人员和理工科学生系统学习现代工业工程方法与技术的自学参考书。

丛书的编写得到了科学出版社和南京航空航天大学教材出版基金资助,在此,我代表编委会全体同仁向支持丛书出版的领导和专家表示深深的谢意!

好的教材是在多年教学实践的锤炼中逐步形成的,需要根据教学改革、专业设

置和学科发展的要求不断充实、修订、完善。殷切期望有关专家、老师和广大读者将使用这套教材时发现的问题以及改进意见和建议及时反馈给我们,以便修订时借鉴。

国家有突出贡献的中青年专家
南京航空航天大学特聘教授、博士生导师 刘思峰
经济与管理学院院长

2005年5月20日

序 言

系统工程是为解决社会经济中的复杂问题而出现的一门应用性交叉学科，它产生于 20 世纪 50 年代，至今已有半个多世纪的发展历史。系统工程的思想与方法为人类解决复杂问题提供了一条有效途径，并成为推动人类社会进步的有力工具。

当今社会，科学技术发展日新月异，国家、地区以及组织之间的竞争日趋激烈，社会经济发展面临的人口、资源、环境的制约越来越突出。如何合理地安排人类的生产和消费活动，坚持科学的发展观，实现社会、经济、环境的全面协调与可持续发展，成为系统科学与系统工程工作者必须关注的重大现实问题。大到全球性问题，小到企业与个人问题，无一不是复杂系统的决策与组织问题，系统工程正在发挥其独特的方法论作用。随着人类面临的系统愈来愈复杂，建立和谐社会的呼声愈来愈高，可以预计，系统工程将进入一个新的发展的黄金时代，熟悉系统工程理论与方法的人才也会受到愈来愈多的青睐。

我国科学家在 20 世纪 60 年代就开始了系统工程的研究和应用，不仅形成了一批具有中国特色和国际前沿的理论研究成果，而且在实际应用中也硕果累累。钱学森先生于 20 世纪 80 年代就提出了系统科学体系结构的概念，他把系统工程纳入工程技术这一层次，并且是一大类工程技术的总称，而运筹学属于技术科学，这样就大大澄清了许多混乱的说法，他后来提出的针对复杂系统的从定性到定量的综合集成方法从理论和实际应用上都是对系统工程学科的重要发展。我国载人航天飞船“神舟五号”的上天是我国大型项目系统工程管理的成功典范。

多年来，系统工程在高等学校受到了足够重视，不同学科根据自身的特点与要求相继开设了相关的课程。经济管理类学科是最早开出系统工程课程的学科之一。目前，许多高校为不同层次的学生相继开设了有特色的课程，这些课程对学生心智的培养发挥了重要作用。但我们发现，目前可以提供给教师和学生选择的实用教材却非常少，这与学科的发展与重要程度是不相称的。

该书是周德群教授等长期从事系统工程教学和研究的成果，是一部系统地论述系统工程概念、理论与应用的教材。作者历经多年，系统全面地收集了国内外有关的最新资料，根据教学的目的与要求对内容进行了精心安排与组织。与同类教材明显区别的是，全书引用资料丰富翔实，信息量大，既反映出系统工程所具有的综合性特点，又注意与其他课程的联系与分工。在结构体系安排上，全书较好地克服了一般教科书“重方法、轻理论”的问题，将系统工程的理论与技术方

法放到同等的地位，在系统理论的有关章节做到内容新颖、视角独特，在系统工程技术的有关章节做到先进实用。本书在写作上能够做到深入浅出、朴实无华、科学规范，避免使用艰深晦涩的词句，避免将系统工程神秘化，尽量通过实例说明问题，尽量做到标注翔实、规范。系统工程实践性强，始终处在发展完善之中，本书力求反映系统工程学科最新的研究成果。因此，该书的出版对我国系统工程的教学与研究大有裨益。

鉴于该书对于系统工程教学与研究的实际意义，我愿意将这本教材推荐给广大师生与各界读者，同时也借此希望越来越多的理论工作者和实际工作者共同关心我国系统工程学科的发展，并运用系统工程的理论与方法为实现我国全面建设小康社会的目标做出应有的贡献。

钱颂迪

2005年6月于南京夫子庙

前 言

现代社会，无论是组织还是个人，所面临的问题越来越复杂，常有“剪不断，理还乱”之感，因此，能够帮助我们思考并解决这些复杂问题的方法显得越来越重要。系统工程是其中的一类重要方法，自从它诞生以后，它就为人类社会利用有限资源、处理复杂问题提供了有效的支持。值得庆幸的是，现在已经有越来越多的人在习惯性地或自觉地使用系统工程的词汇和它独到的方法论。

系统工程是一门处理复杂问题的学科，它在本质上要求将复杂问题作为一个整体来思考，通过定性和定量相结合的方法研究系统与环境、系统内部各要素之间的关联，寻求一条满意地解决问题的方案和途径。从 20 世纪 60 年代至今，系统工程在我国得到了迅速发展，它的核心思想和技术方法被广泛地应用到国民经济建设和社会发展的各个领域。近年来针对复杂系统的系统工程方法论的研究有了重要进展，它所解决问题的广度与深度正在突破人们的思维极限。

本书是为经济管理类专业的本科生和研究生而写，考虑到了经济管理类专业教学大纲的要求，并兼顾有关工程技术专业在高年级讲授系统工程的需要。教学内容的重点，可视不同的学员对象而具体选择。与同类教材明显区别的是，本书既反映出系统工程所具有的综合性特点，又注意与其他课程的联系与分工。由于系统工程具有很强的实践性，因此，本书在内容安排上力求反映系统工程学科最新的研究成果。

全书共分 10 章：

第 1 章简要介绍系统的有关概念、系统工程的学科性质与发展历程、系统工程的学科基础以及系统工程的有关技术。

第 2 章对目前系统工程方法论进行了全面考察，并将之归纳为四个代表性的流派：以兰德公司为代表的系统分析方法论；以 Hall 为代表的硬系统工程方法论；以 Checkland 为代表的软系统工程方法论；以钱学森为代表的从定性到定量的综合集成方法论。

第 3 章针对系统结构问题进行了专门论述，主要内容包括系统结构的概念、系统结构的特性、系统结构与功能的相关性、系统结构的分析方法。

第 4 章就系统演化与优化、稳定与控制问题进行了介绍，内容侧重于系统的优化演化规律、系统优化的技术方法、系统的稳定与均衡和系统的控制方式。

第 5 章介绍了系统建模问题，模型是系统工程解决问题的重要手段，这一章的主要内容包括系统的建模方法与程序、系统模型的类型与特点，并讨论了几种

常用的建模工具。

第6章较为详细地介绍了系统结构模型化方法,这是一类对复杂系统进行辨识的定性定量相结合的方法,包括解释性结构模型化方法(ISM)和决策试验与评价实验室方法(DEMATEL)。

第7章介绍了系统仿真技术,包括系统仿真的基本原理、系统仿真的建模过程、连续系统的仿真,并重点介绍了离散事件系统的仿真方法。

第8章就系统仿真中的一类特殊技术——系统动力学进行了专门介绍,着重介绍了系统动力学仿真的步骤、因果关系与反馈环、系统动力学的流图设计、Dynamo语言、系统动力学仿真软件Vensim及其应用。

第9章是系统评价,这是一类非常活跃的研究与应用领域,在这一章中我们重点介绍了系统评价的原理、系统评价的指标体系以及系统综合评价等内容,并且对几种常用的评价方法如层次分析法、模糊综合评价法、可能满意度法、主成分分析法、数据包络分析法(DEA)进行了介绍。

第10章是系统决策,着重介绍了风险决策、效用理论、贝叶斯决策问题、多目标决策、冲突分析方法以及决策支持系统等相关内容。

本书在结构体系安排上,力求克服重方法轻理论的问题,将系统工程的理论与技术方法放到同等的地位来认识,在系统理论的有关章节尽量做到内容新颖,在系统工程技术的有关章节尽量做到先进实用。本书在写作上力求做到深入浅出、通俗易懂、科学规范,避免将系统工程神秘化,尽量通过实例说明问题,尽量做到操作性强。为方便读者复习,每一章的后面都安排了一定量的思考练习题。

全书由我提出详细的编写大纲,并负责总纂,大部分章节是合作的产物。其中,第1章由周德群、许庆华编写,第2章由周德群编写,第3、4章由方志耕、李杰编写,第5章由潘东旭、章玲、周德群编写,第6章由周德群、李洪伟编写,第7、8章由汤建影、周德群编写,第9章由周德群、潘东旭编写,第10章由章玲编写。

系统工程是一门博大精深的学问,对其内容的理解,仁者见仁,智者见智。这些年来,系统工程学科本身发生了很大变化,尽管作者力求“与时俱进”,但也难免挂一漏万,书中的内容安排仅仅建立在作者有限认识的基础之上,因此,本书的缺憾在所难免,我们真诚希望读者批评与指正。

本书在编写过程中参阅了大量文献资料,个别章节中还直接引用了少量实例,在此对这些文献的作者致以衷心的感谢。

我要感谢曾经教过我的老师们。我从20世纪80年代初开始接触系统工程这门学科,在西安交通大学求学期间有幸亲聆汪应洛院士、李怀祖教授、陶谦坎教授等前辈的教诲,在天津大学和北京航空航天大学进修期间从顾培亮教授、韩文

秀教授、许树柏教授、张世英教授、胡玉奎教授、冯允成教授身上学到了许多终身受益的知识，并成为多年来致力于系统工程教学与研究的不竭动力。

我还要感谢我曾经教过的学生们以及将来要使用本教材的教师与学生们，他们对此课的意见与看法无疑会是最宝贵的，他们在教与学过程中的体会也将是我最在意的。

最后，我们特别感谢我国著名的系统工程与运筹学专家钱颂迪教授在百忙中为本书作序，在与钱老的接触中，我深深地感受到了他在系统科学领域的精深造诣以及一位学者人格上的崇高魅力。

周德群

2005年6月于南京御道街

目 录

丛书序

序 言

前 言

第1章 概论	1
1.1 系统及其一般理论	1
1.2 系统工程产生与发展	4
1.3 系统工程的概念	9
1.4 系统工程的学科基础	12
1.5 系统工程技术	17
思考练习题	19
第2章 系统工程方法论	20
2.1 以兰德公司为代表的系统分析方法	20
2.2 以 Hall 为代表的硬系统工程方法论	23
2.3 以 Checkland 为代表的软系统工程方法论	26
2.4 以钱学森为代表的从定性到定量的综合集成方法论	28
思考练习题	29
第3章 系统结构分析	30
3.1 系统结构的概念	30
3.2 系统结构的特性	33
3.3 系统结构的对比与比例分析方法	41
3.4 系统结构的逻辑关系分析方法	45
思考练习题	57
第4章 系统的演化与优化、稳定与控制	58
4.1 系统的优化演化规律	58
4.2 系统优化的技术方法	60
4.3 系统的稳定	69
4.4 系统的控制	79
思考练习题	91
第5章 系统建模	92
5.1 建模在系统分析中的作用	92

5.2 系统建模的一般原理	94
5.3 系统模型的分类	96
5.4 常用的几类经济数学模型	100
思考练习题	102
第6章 系统结构模型化方法	103
6.1 系统结构模型化方法概述	103
6.2 系统的结构表述	106
6.3 DEMATEL 方法	113
6.4 ISM 法	117
思考练习题	136
第7章 系统仿真	138
7.1 系统仿真概论	138
7.2 系统仿真的建模过程	141
7.3 连续系统仿真	144
7.4 离散事件系统仿真	147
思考练习题	167
第8章 系统动力学	168
8.1 概述	168
8.2 因果关系与反馈环	169
8.3 系统动力学模型	173
8.4 DYNAMO 语言编程	179
8.5 流图绘制与方程设计实例	183
8.6 系统动力学仿真软件 Vensim 及其应用	185
思考练习题	192
第9章 系统评价	194
9.1 系统评价的原理	194
9.2 系统评价的指标体系	198
9.3 评价指标的权重	201
9.4 系统综合评价	206
9.5 层次分析法	211
9.6 模糊评价法	217
9.7 可能-满意度法	219
9.8 主成分分析法	222
9.9 数据包络分析 (DEA)	227
思考练习题	234

第 10 章 系统决策	236
10.1 系统决策模型与方法	236
10.2 风险型决策分析	240
10.3 贝叶斯决策	246
10.4 效用与决策分析	249
10.5 决策支持系统与专家系统	252
10.6 冲突分析	256
思考练习题	260
参考文献	262

第1章 概 论

1.1 系统及其一般理论

1.1.1 系统的概念

“系统”是整个系统科学中最基本的概念。系统一词最早出现于古希腊语中，“syn-histanai”一词原意是指事物中共性部分和每一事物应占据的位置，也就是部分组成的整体的意思。近代一些科学家和哲学家常用系统一词来表示复杂的具有一定结构的研究对象，如天体系统、人体系统等。从中文文字面上看，“系”指关系、联系，“统”指有机统一，“系统”则指有机联系和统一。美籍奥地利生物学家贝塔朗菲（Ludwing Von Bertalanffy）于1937年第一次将系统作为一个重要的科学概念予以研究，他认为“系统的定义可以确定为处于一定相互关系中并与环境发生关系的各组成部分的总体”。

系统的定义依照学科的不同、待解决问题的不同及使用方法的不同而有所区别，国外关于系统的定义已达40余种，如：

R. 吉布松定义系统是“互相作用的诸元素的整体化总和，其使命在于以协作方式来完成预定的功能”。

B. H. 萨多夫斯基认为，系统是“互相联系着并形成某种整体性统一体的诸元素按一定方式有秩序地排列在一起的集合”。

N. B. 布拉乌别尔格、B. H. 萨多夫斯基和尤金指出：“从系统的整体性出发，可以从性质方面通过下列特征给系统概念下定义：①系统是由相互联系的诸元素组成的整体性复合体；②它与环境组成特殊的统一体；③任何被研究的系统通常都是更高一级系统的元素；④任何被研究的系统的元素通常又都作为更低一级系统。”

《韦氏大辞典》里解释系统为“有组织的或被组织化的整体，结合构成整体所形成的各种概念和原理的综合，以有规则的相互作用和相互依存的形式结合起来的诸要素的集合等”。

日本工业标准 JIS 定义系统为“许多组成要素保持有机的秩序，向同一目标行动的事物”。

综上所述，系统概念同任何其他认识范畴一样，描述的是一种理想的客体，而这一客体在形式上表现为诸要素的集合。

我国系统科学界对系统一词较通用的定义是：系统是由相互作用和相互依赖

的若干组成部分(要素)结合而成的、具有特定功能的有机整体。依据此定义可以看出,系统必须具备三个条件:第一,系统必须由两个或两个以上的要素(或部分、元素、子系统)所组成,要素是构成系统的最基本单位,因而也是系统存在的基础和实际载体,系统离开了要素就不称其为系统;第二,要素与要素之间存在着一定的有机联系,从而在系统的内部和外部形成一定的结构或秩序,任何一个系统又是它所从属的一个更大系统的组成部分(要素),这样,系统整体与要素、要素与要素、整体与环境之间,存在着相互作用和相互联系的机制;第三,任何系统都有特定的功能,这是整体具有不同于各个组成要素的新功能,这种新功能是由系统内部的有机联系和结构所决定的。

系统具有以下共同属性:集合性、关联性、整体性、功能性、层次性以及环境适应性。这些属性区别了系统与非系统。

1.1.2 系统的结构、功能与环境

1. 系统的结构

构成系统的各个层次和要素之间并非互不相干,而是相互联系、相互作用,这种相互联系、相互作用的总体表现方式就是系统结构。

一切系统均有结构,结构是系统的普遍属性。没有无结构的系统,也没有离开系统的结构。无论是宏观世界还是微观世界,一切物质系统都无一例外地以一定结构形式存在、运动和变化着。

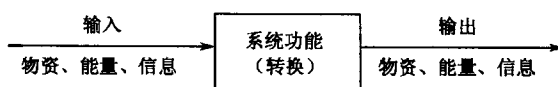
结构具有不同的形式,其基本形式有:数量结构、时序结构、空间结构和逻辑结构。另外,还可以把结构划分为平衡结构与非平衡结构、有序结构与非有序结构等形式。各构成要素之间的联系排列方式保持相对不变的系统结构称为平衡结构,如晶体结构。这类系统结构中的各个要素有固定位置,它的结构稳定性非常明显。系统的各组成要素对环境经常保持着一定的活动性,系统处于必须与环境不断进行物质、能量、信息交换才能保持有序性的系统结构,称为非平衡结构。这种结构本质上是一种动态结构。有序结构与非有序结构的划分主要是以系统内有无固定的秩序为标志。

2. 系统的功能

1) 系统功能的概念

任何系统都有一定的功能,系统的功能反映系统与外部环境的关系,表达出系统的性质和行为。系统功能体现了一个系统与外部环境之间的物质、能量和信息的输入与输出的转换关系。见图 1-1。

系统整体与环境相互作用所反映的能力称为系统的功能。其中,系统整体对



外在环境的作用或影响称为系统的外部功能，简称外功能；系统整体对内在环境的作用或影响称为系统的内部功能，简称内功能。一个系统的内外功能是相互作用的，一般地，内部功能是外部功能的基础，内部功能的状况决定着外部功能的状况；外部功能的发挥会刺激内部功能的提高和进一步完善。

2) 系统功能的基本特点

根据 $F_{\text{总}} > F_1 + F_2 + \dots + F_n$ ，即系统的总体功能大于各组成部分功能的简单相加的基本要求，系统功能具有以下几个特点：

(1) 系统功能具有易变性。系统功能与系统结构相比是更为活跃的因素。一个系统对外部环境发挥功能总要遵循一定的规律，随着环境条件的不同，将相应地引起系统功能的变化。一个系统的结构在一定范围内总是稳定的，但功能则不同，只要环境的物质、能量、信息交换有所变动，此时系统与环境的相互作用过程、状态、效果都会发生变化。

系统在发挥功能的过程中，会随着环境条件的变换而相应地调整它的程序、内容和方式，不断地促进系统结构的变革，以使系统不断地获得新的功能。

(2) 系统功能具有相对性。功能关系和结构关系在一定条件下可以互相转化。在一个大系统内部，其要素之间的相互作用本来属于系统结构关系，但如果把每个要素或子系统作为一个系统整体来考察，则子系统之间的相互作用又转化为独立子系统之间的功能关系。

(3) 系统功能的发挥需进行有效的控制。在功能管理的活动中，要有进行监督和控制的管理机构。管理机构的主要任务是对管理对象进行调查（或测定），求出该对象所表示的状态和输出的管理特征值，并与管理目标相互比较。通过比较找出差距并进行判断，必要时可采取适当的行动。有效的控制要求包括预见性、全面性和及时性。

3. 系统的环境

环境是指存在于系统以外的事物（物质、能量、信息）的总称。系统时刻处于环境之中，环境是一种更高级的、复杂的系统。因此，研究系统的环境对于认识、改造系统至关重要。

1) 环境的适应性

系统必须适应外部环境的变化。环境的变化对系统有很大的影响,系统与环境是相互依存的,系统必然要与外部环境产生物质的、能量的和信息的交换。能够经常与外部环境保持最佳适应状态的系统,才是理想的系统;不能适应环境变化的系统是难以存在的。因此,系统所处的环境又是系统的限制条件或者称为约束条件。

系统不能脱离环境而存在,它处于与环境的密切联系之中。它既要通过环境的输入受到环境的约束,同时又要通过对环境的输出而对环境施加影响。客观事物的发展要经过量变到质变的过程,当系统处于量变阶段时,系统与环境之间的关系是相对稳定的,这就表现为系统对环境的适应性。因此,从本质上说,系统对于环境的适应性,可以说是系统稳定性在系统外部关系的表现。

坚持系统环境适应性原则,要求我们不仅要注意系统内各要素之间相关性的调节,而且要考虑系统与环境的关系,只有系统内部关系和外部关系相互协调、统一,才能全面地发挥出系统的整体功能,保证系统整体向最优化方向发展。

2) 环境的不确定性

所谓不确定性是指没有概率分布能与所考察的事件的结果相联系的情形,也就是事件发生的可能性完全不可知的情形。

不确定理论最早源于物理学家对世界和宇宙的探讨,是德国物理学家维尔纳·海森堡首先提出的,后来被引入社会、经济与管理领域,被当作探讨复杂问题的工具和思路。

不确定性分为外生不确定性和内生不确定性。外生不确定性由于系统的环境因素而导致,如国家政策法规对组织来说是外生不确定性因素;内生不确定性由于系统本身因素所导致,如组织内部的人事变动情况等。一般地,内生和外生不确定性是相互作用的,如一座建筑物由于建筑者的偷工减料(内生)和意外的地震(外生)的联合作用而倒塌。

不确定性可分为四个层次:环境前景清晰明显、环境前景有几种可能、环境前景有一定范围、环境前景不明确。不确定性具有的层次性说明其本身包含着一定程度的确定性,因此,面对不确定的环境一定要避免一种非黑即白的态度,或者低估环境的不确定性,轻率做出预测或决策;或者高估环境的不确定性而摒弃所有分析,单凭直觉做事。

1.2 系统工程的产生与发展

1.2.1 系统工程的发展历史

任何一门新兴学科的发展都离不开社会的需要,系统工程也一样,它的产生