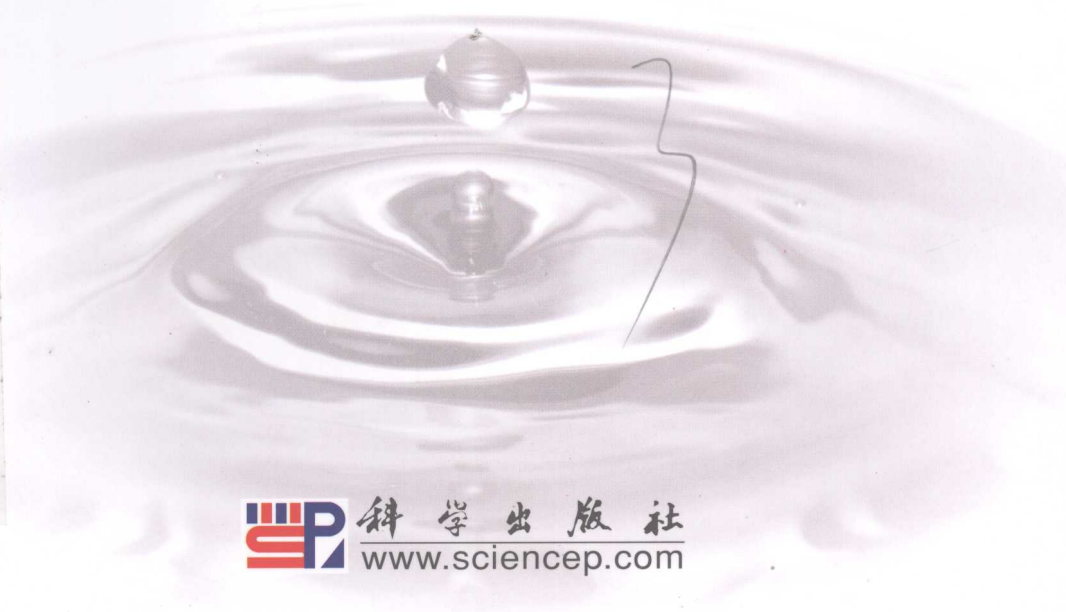


精·品·课·程·立·体·化·教·材·系·列



系统工程方法与应用

郝 勇 范君晖/编著



科学出版社
www.sciencep.com

N945/23

2007

精品课程立体化教材系列

系统工程方法与应用

郝 勇 范君晖 编著

上海市教育委员会高校重点教材建设项目
(上海市教育委员会组编)

科学出版社

北 京

内 容 简 介

系统工程是管理科学与工程类专业的一门重要主干课程。本书以建立系统的思想为基础,以模型方法及其预测功能、评价功能和仿真功能为主要内容,以定量模型建立、分析、评价的逻辑过程为思维路线,结合实际案例,较系统地阐明了系统工程方法的应用。通过本书的学习,可以使学习者掌握系统工程的基本概念,掌握一些常用的分析方法,并具有应用系统工程思想、方法和技术解决社会、经济中实际问题的能力。

本书适合作为管理类和经济类专业的本科教材,也可用作社会、经济等各行业系统管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

系统工程方法与应用/郝勇,范君晖编著. —北京:科学出版社,2007

(精品课程立体化教材系列)

ISBN 978-7-03-020373-1

I. 系… II. ①郝…②范… 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(2007)第 190543 号

责任编辑:林 建 李 欢 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

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>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 12 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2007 年 12 月第一次印刷 印张:17 1/4

印数:1—4 000 字数:330 000

定价:26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<长虹>)

前言

系统工程是 20 世纪中期产生并迅速发展起来的一门管理科学与工程方面的综合应用技术和方法，它从军事领域开始，逐渐扩散并渗透应用到社会、经济等各个方面。因此，在社会、经济等领域中，各个层次的管理人员在分析和解决实际问题时，树立系统的思想、运用系统工程的方法，将具有十分重要的现实意义。

随着系统工程方法在社会、经济各个领域的应用范围不断拓展，系统工程的内容也逐渐丰富起来。但是，由于国内多种系统工程优秀论著均侧重于阐述系统工程的原理和方法在工业控制方面的应用，而系统工程方法越来越多地应用到社会、经济、管理等各个领域的各个层次，因此，就迫切需要有侧重于这些领域的、侧重于方法应用的论著，以适用于不同专业类别、不同层次人员的研究、学习和使用。

本书的编写宗旨是帮助各个领域中的管理人员、高等院校管理类和经济类专业的学生，牢固地树立系统工程思想、扎实地掌握系统工程方法，并能将系统工程思想和方法应用于管理实践和经济活动中，提高他们科学地解决实际管理问题或经济问题的能力，提高他们运用定量方法进行研究的技术，为他们提供一本较为适用的教科书和参考书，并以期提高系统工程方法的应用效率、增强其运用效果，同时促进各学科知识的融会贯通，帮助促进系统工程的学科发展。

本书的特色是具有逻辑性与实用性的统一、系统工程方法与应用的结合、实际案例与编程技术的结合，较好地解决了系统工程与运筹学内容的重复和衔接问题，尽可能地反映近年来系统工程方法的最新成果。本书又有很强的系统性，它

从系统和系统工程概念开始,按照系统工程方法论的逻辑思维过程,详细地介绍了系统工程的核心内容和先进方法。本书的侧重点是模型方法如预测模型、评价模型、决策模型、仿真模型及其结合实际案例的应用,以及利用计算机编程技术进行数据处理和过程模拟。

本书由上海市教育委员会组织编写,由上海工程技术大学具体负责,本书的层次结构和内容要求与《全国普通高等学校管理科学与工程类学科核心课程及专业主干课程教学基本要求》(教育部高等教育司,2004)基本一致。本书第1章、第2章由郝勇、范君晖编写,第3章、第4章由郝勇编写,第5章由范君晖编写,全书由郝勇修改统稿,由张伯生教授和徐克绍教授审阅。本书在编写过程中得到了上海工程技术大学及管理学院的领导和老师们热情支持和大力帮助,汪泓教授、吴清副教授热情关怀,并提出许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。书中所编选的案例,来自于公开出版的书籍和期刊以及部分学生的科研论文,在此一并表达诚挚的谢意。由于作者的水平所限,书中的漏错之处在所难免,敬请读者和同仁们批评指正。

编著者

2007年5月

目 录

前言	
第1章	系统与系统工程
1.1	系统的概念
1.2	系统工程的概念
	本章思考题
第2章	系统模型方法
2.1	模型的概念
2.2	建立模型的方法
2.3	系统结构模型
2.4	层次分析方法
	本章思考题
第3章	系统预测模型
3.1	系统预测概述

3.2 回归分析方法	65
3.3 时间序列分析	93
3.4 神经网络技术	124
本章思考题	139

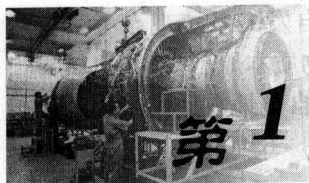
第4章

系统评价模型	140
4.1 系统评价概述	140
4.2 因素分析方法	146
4.3 聚类分析方法	175
4.4 数据包络分析	193
本章思考题	215

第5章

系统仿真模型	216
5.1 系统仿真概念	216
5.2 蒙特卡罗方法	226
5.3 系统动力学方法	242
本章思考题	267

参考文献	268
------	-----



第1章

义宝的整系 1.1.1

系统与系统工程

【目标要求】

1. 理解系统和系统工程的思想及含义；
2. 掌握系统工程方法论的基本内容；
3. 弄清系统工程和运筹学的关系。

伴随着社会、经济的发展和科学、技术的进步，系统工程在各行各业中、在各个层面上起着越来越重要的作用。为了讨论系统工程的含义、范围、问题与方法，我们必须首先弄清它所研究的对象——系统。

1.1 系统的概念

系统在我们的日常生活中无处不在。在自然界和人类社会中，可以说任何事物都是以系统的形式存在的。大到宇宙、银河系、太阳系、地球、工业系统、农业系统、计算机系统等，小到肉眼无法观察的微生物环境，每个所要研究的对象都可以被看成是一个系统。人们在认识客观事物或改造客观世界的过程中，用综合分析的思维方法看待事物，根据事物内在的、本质的、必然的联系，从全局的角度进行研究与分析，这类事物就被看成了一个系统。

系统的思想来源于人类长期的社会实践。人类很早就有了系统思想的萌芽，主要表现在对整体、组织、结构、等级、层次等概念的认识。可以说，自人类有生产以来，无处不在同自然系统打交道，也无时不在依据自己的生存需要而建立一些人

为的系统,以增强人与自然相适应的程度。人们不仅用自发的系统观点考察自然现象,并且还基于这些概念去改造自然。人们从统一的物质本原出发,把自然界当作一个统一体,就是说,人类在社会实践中已经自觉和不自觉地在用系统的思想改造自然、促进社会发展了。

1.1.1 系统的定义

“系统”一词来自拉丁语 *systema*,有“群”和“集合”的含义。20 世纪 40 年代以来,在国际上“系统”作为一个研究对象引起了广泛的注意。近年来,虽然国内外学者对系统科学展开了深入而广泛的研究,但由于研究的历史不长,以及现实系统的复杂性和不确定性,所以,目前国内外学者对系统的定义还没有统一的说法,下面仅列举其中几个具有代表性的定义:

(1) 在韦氏大词典中,系统一词被解释为:有组织的和被组织化了的整体;结合着整体所形成的各种概念和原理的综合;由有规则、相互作用、相互依赖的诸要素形成的集合等。

(2) 奥地利生物学家、一般系统论的创始人贝塔朗非把系统定义为:相互作用的诸要素的综合体。

(3) 日本工业标准“运筹学术语”中对系统的定义是:许多组成要素保持有机的秩序向同一目标行动的体系。

(4) 我国著名科学家、系统工程的倡导者钱学森认为:系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合的具有特定功能的有机整体,而且这个系统本身又是它所隶属的一个更大系统的组成部分^①。

上述几个不同的定义中,本质上有两点是相同的:系统是一个整体,其中包含相互关联的诸多要素。如果我们用一种笼统的、思辨的语言来表述系统概念,则系统即是指把考察的事物或对象看成是由相互联系、相互依赖、相互制约、相互作用的事物与过程形成的整体;系统各组成部分的运动规律是由各部分建立的整体特性所决定,整体性质又是各组成部分相互关系总和的统一性结果。

例如,我们生存的城市系统是由资源系统、市政系统、工业系统、商业系统、文化教育、医疗卫生、交通运输、邮电通信等子系统组成的。其中各个子系统是紧密联系而不可独立存在的,各个子系统的生产能力或者服务质量决定了整个城市的经济发展水平,以及城市的特色和品位。而每一个城市系统又属于更大范围的系统,如从属于一个国家。城市系统的总体目标是做好市政建设、环境建设、经济建设、文化建设等各个方面。那么,子系统的目标也必定是围绕这个总体目标,各自执行自己的职能,为总目标服务。

^① 谭跃进,陈英武,易进先. 系统工程原理. 长沙:国防科技大学出版社,1999

1.1.2 系统的描述

大千世界中有各种各样的系统,每种系统的具体结构不完全一样。系统的结构是指诸要素相互作用、相互依赖所构成的组织形式。大系统的结构往往比较复杂,而小系统的结构则相对简单。从一般意义上说,可以通过以下两种方法对系统进行描述:

1. 框图法

框图法比较直观,它侧重于系统外部的描述,如图 1.1.1 所示。在进行系统描述时,将整个系统看做一个整体,在考虑系统周围的环境以及系统的边界时,分析系统的输入和输出。外部对系统的作用即是输入,而系统对外部的作用则为输出。系统的环境是指一个系统以外的又与系统有关的所有其他部分。环境与系统的分界叫做系统边界,它界定了研究对象的范围,明确了问题的主要因素,但实际系统的边界又常常是模糊的。

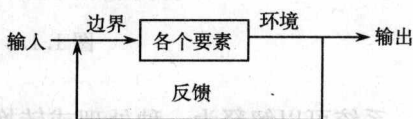


图 1.1.1 框图法示意图

2. 集合法

集合法侧重描述系统的内部,着重分析和表述系统的元素及元素之间的各种关系。在集合法中,系统的表示如下:

$$Sys = \{\Omega, R, Stru\}$$

式中, Sys 表示系统; Ω 表示元素的集合; R 表示元素之间各种关系的集合; $Stru$ 表示元素之间的组织结构。由上式可知,一个系统必须包括其元素的集合、元素之间关系的集合和元素的组织结构,三者缺一不可,它们结合起来,再考虑到系统周围环境的约束条件,才能决定一个系统的功能目标。

以大家都很熟悉的计算机系统为例。采用框图法对其进行描述时,可得到该系统的框图,如图 1.1.2 所示。

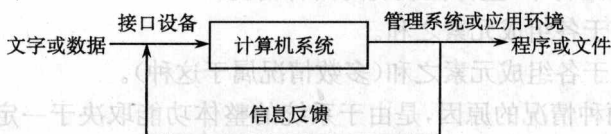


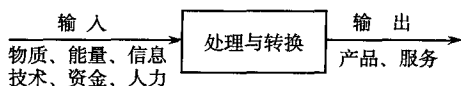
图 1.1.2 计算机系统的框图描述法

从集合法角度来看,计算机系统可被描述成如下表达式:

$$\text{计算机系统} = \{\{\text{硬件、软件}\}, \{\text{操作系统}\}, \{\text{硬件、系统软件、应用软件}\}\}$$

1.1.3 系统的功能

系统的结构决定系统的功能。各种系统的结构不同,各种系统的功能也不大相同。但是,可以根据各种不同系统本质的、共同的功能特性,概括出一般性的、概念性的表述。总体来说,系统的功能可用图 1.1.3 表示。



系统可以解释为一种处理或转换机制,它将输入转换为人们所需要的输出。系统的输入是指作为原材料的物质、能量、信息、技术、资金、人力等,系统的输出是经过处理和转换以后的产品或服务。所以,从狭义上说,处理和转换就是系统的功能。从广义上说,常常把输入和输出部分也作为系统的功能。如果考察的系统是闭环系统,往往还将反馈也作为系统的功能。

例如,企业系统的基本功能是将各种原材料经过加工转换,生产出市场上需要的产品;高等教育系统的基本功能是将一定的人力、物力、资金、技术、设备的投入,转换成对社会上人才需求的服务。

1.1.4 系统的基本特性

系统的基本特性是系统概念的重要内容。可以归纳为以下几点:

1. 整体性

系统的整体性可以表述为系统不是各个要素的简单集合,系统要素及其相互联系是根据逻辑统一性而协调存在、是以服从系统整体功能为目的的。系统整体中的各个要素即使不都完美,也可协调综合成为有良好功能的系统。

在系统实际运行中,整体性表现为两种情况:

- (1) 整体小于各组成元素之和。
- (2) 整体大于各组成元素之和(多数情况属于这种)。

出现上述两种情况的原因,是由于系统的整体功能取决于一定结构的系统及其中各元素之间的协调关系。如果每个元素的功能都良好,但是元素的步调不一致,甚至出现分目标互相矛盾的现象,作为整体就不可能具有完好的功能。而如果元素之间的功能协同一致,即使单个元素的功能并不十分完善,作为整体也可能会有很好的功能。

由于这种整体功能不是各要素单独具有的,因此对于各要素来说,整体功能的产生更主要的表现为一种质变,系统整体的质不同于各个要素的质。系统整体之

所以能产生新质,是因为在系统整体的各个组成部分之间,相互联系和相互作用形成一种协同作用。只有通过协同作用,系统的整体功能才能显现。

系统的整体原则对现代化管理工作具有重要的指导意义,主要作用有如下几个方面:

(1) 依据确定的管理目标,从管理的整体出发,把管理要素组成一个有机的系统,协调并统一管理其中的各个要素,使整体产生放大效应,发挥出整体的优化功能。

(2) 将不断改善单个元素的功能,作为改进整体功能的基础。一般是从提高组成要素的基本素质入手,按照系统整体目标的要求,不断注意改善各个部门特别是关键部门或薄弱部门的功能素质,强调局部服从整体,从而实现管理系统的最佳整体功能。

(3) 改善和提高管理系统的整体功能,还要注意调整要素的组织形式,建立合理的系统结构,促使管理系统的功能优化。

2. 层次性

系统作为一个相互作用的诸多要素的总体,它可以分解为一系列的子系统,并存在一定的层次结构,这是系统结构的一种形式。在系统层次结构中表述了在不同层次子系统之间的隶属关系或相互作用的关系,在不同的层次结构中存在着不同的运动形式,构成了系统的整体运动特性。

例如,对教育系统进行层次性考察,可得层次结构如图 1.1.4 所示。

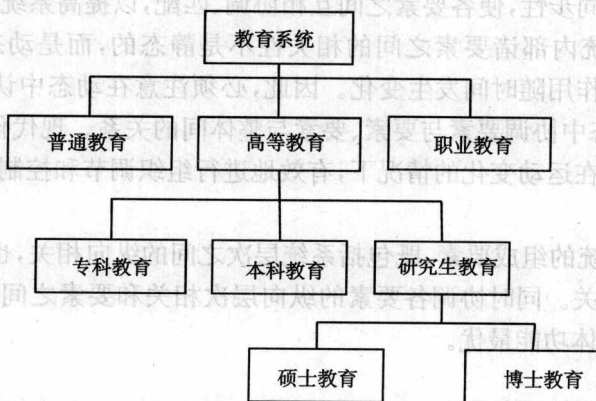


图 1.1.4 教育系统的层次性

事实上,普通教育又可以再划分为小学教育、中学教育等;职业教育又可以细分为不同职业领域的教育。

3. 相关性

整体性确定系统的组成要素,相关性则是表明这些要素并不是孤立工作的,它们之间存在着确定性的关系。系统的要素相互联系,它们之间相互作用、相互制约,有着特定关系和演变规律。它们之间的某一要素发生变化,另一些要素就会做相应的调整,只有追求整体目标而不是单一目标,才能提高系统的整体运行效果,保证系统的整体仍然处在最佳状态。

贝塔朗非用一组联立的微分方程描述了系统的相关性,即

$$\begin{cases} \frac{dQ_1}{dt} = f_1(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \\ \frac{dQ_2}{dt} = f_2(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \\ \vdots \\ \frac{dQ_n}{dt} = f_n(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \end{cases}$$

其中, $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ 分别为 $1, 2, \dots, n$ 个要素的特征, t 是时间, $f_1, f_2, \dots, f_n$ 表示相应的函数关系。公式表明,任意一个系统要素的变化是系统所有要素的函数。

系统的相关性对现代化管理工作的指导意义主要有以下几个方面:

(1) 在实际管理工作中,当人们想要改变某些不符合要求的要素时,必须注意考察与之相关的要素的影响,因为这些要素也会有变化。因此,人们在调整时要考虑各要素变化的同步性,使各要素之间互相协调、匹配,以提高系统的整体功能。

(2) 管理系统内部诸要素之间的相关性不是静态的,而是动态的变化过程。要素之间的相关作用随时间发生变化。因此,必须注意在动态中认识和把握系统的整体性,在动态中协调要素与要素、要素与整体间的关系。现代化管理的实质就是把握管理要素在运动变化的情况下,有效地进行组织调节和控制,以实现最佳效益的过程。

(3) 管理系统的组成要素,既包括系统层次之间的纵向相关,也包括各组成要素之间的横向相关。同时协调各要素的纵向层次相关和要素之间的横向相关,才能实现系统的整体功能最优。

4. 目的性

“目的”是指人们在行动中所要达到的结果和意愿。系统的目的是人们根据实践的需要而确定的。系统的目的与功能相统一,是区别不同系统的标志。

例如,工业系统中企业的经营业绩既要考虑产量、产值等指标,又要考虑成本、利润、质量等指标。

由于较大的系统往往具有多个目标,当组织规划大系统时,常采用图解的方法来描述目的与目的之间的相互关系,这种图解的方式称为目的树,如图 1.1.5 所示。

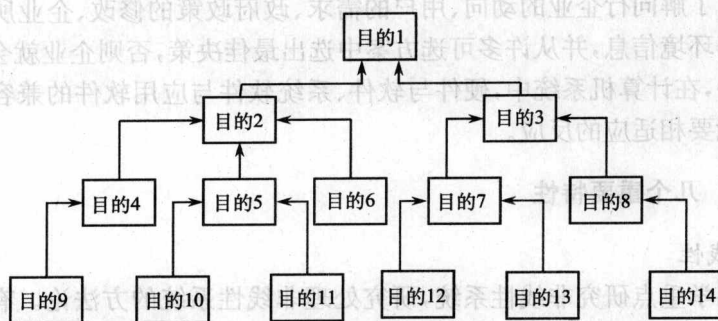


图 1.1.5 目的树

通过目的树,可使各目的层次鲜明,次序明确,并可对目的树各个项目的目的进行分析、探讨和磋商,统一规划和协调。

系统的目的性原则要求人们正确地确定系统目标,运用各种调节手段把系统导向预定的目标,从而达到系统整体目标最优的目的。现代化管理中的目标管理(MBO),就是在系统目的性原则的指导下,使企业适应市场的变化,将经营目标的各项管理工作协调起来,完善经济责任制,体现现代企业管理的系统化、科学化、标准化和制度化。

实际上,目的一般用更具体的目标体现,而且系统的多个目标之间有时相互矛盾,为求得最满意的效果,要寻求平衡或折衷方案。

5. 适应性

适应性是指环境的适应性。环境是存在于系统以外事物的总称,系统所处的环境就是约束条件。环境是一种更高级、更复杂的系统,在某些情况下,它也会限制系统功能的发挥。

系统与环境互相融入。系统不是孤立存在的,它必然会和外部环境产生物质的、能量的、信息的交换,因此,系统必须适应外部环境的变化。能够与外部环境保持最佳适应状态的系统才是健康运行的系统,不能适应周围环境变化的系统难以生存的。系统的环境适应性提醒人们要考虑系统与环境的的关系。只有系统内部关系和外部关系相互协调、统一,才能全面发挥系统的整体功能,保证系统整体性向最优化发展。

系统的环境适应性使得系统具有动态性的特征。物质和运动是密不可分的,各种物质的特性、形态、结构、功能及其规律性,都是通过运动表现出来的。开放的系统与外界环境有物质、能量和信息的交换,系统内部结构也具有随时间变化的特征。系统的动态性使得系统具有生命周期,系统的发展是一个有方向性的过程。

从企业角度来看,全球经济竞争激烈,商品生命周期缩短。在这种情况下,企

业必须经常了解同行企业的动向、用户的需求、政府政策的修改、企业所处地区的文化氛围等环境信息,并从许多可选方案中选出最佳决策,否则企业就会面临生存危机。另外,在计算机系统中,硬件与软件、系统软件与应用软件的兼容问题就是系统与环境要相适应的反应。

1.1.5 几个重要特性

1. 非线性

系统科学重点研究非线性系统,研究处理非线性系统的方法论。有很多非线性系统问题还没有得到解决,因此,在一些领域中往往把非线性系统简化为线性系统进行研究,然后利用成熟的线性系统的理论求解问题。

但必须注意,非线性系统是绝对的,线性系统是相对的。把非线性系统转化为线性系统是有条件的,如果在具体应用中,原来的简化前提条件不成立,则其得到的结果或结论是不正确的。

线性系统是能够用线性数学模型描述的系统,线性系统的基本特性,如输出响应、状态响应、状态转移等,都满足叠加原理。线性操作满足叠加原理,是区别于非线性操作的基本标志。

2. 动态性

系统的动态性是系统的固有性质,它是系统对外界输入的反应(响应)所具有的特性,由系统内部的结构和参数所决定。系统状态可以看成是反映系统运行情况的各种信息的集合,系统的输出是系统对输入的响应,是希望控制的变量,是反映系统运行好坏的质量指标的集合。

外界对系统的作用可以分为两类:一是控制作用,即预先设定的、使系统按照预期方向发展的、对系统产生正面影响的作用;二是干扰作用,即使系统偏离预期方向的、对系统产生负面影响的作用。如交通系统中,交通信号控制系统、交通诱导系统起控制作用,任何一项交通政策与法规、交通流的组织措施也都起控制作用。

在设计系统的控制作用之前,必须清楚该系统在外部作用下所产生的反应,即尽可能地了解其系统的动态性。系统的动态性可以用系统动力学模型描述,对于线性系统,既可以在频率域上用频率特性、传递函数表示,也可以在时间域上用过程特性、状态空间的状态方程和输出方程描述等。

3. 稳定性

稳定性是指系统的结构、状态、行为的恒定性,即系统的结构、状态、行为的抗干扰能力。系统的各种扰动因素来自于环境或者系统本身。如果系统受到干扰作用后不能回到平衡状态,则系统的稳定性不好。

虽然说稳定是一个相对状态,但从应用的角度讲,一个不稳定的系统无法正常

运行,无法实现其功能目标。所以说,稳定性是系统的一种重要的机制,稳定性是对系统最重要、最基本的要求。

4. 鲁棒性

由于测量的不精确和运行过程中受环境因素的影响,系统特性或系统参数不可避免地会发生缓慢的、不规则的漂移,这种现象称为系统特性或系统参数的摄动^①。鲁棒性是指控制系统的品质指标对系统特性或系统参数的摄动的不敏感性,是系统经得起折腾和摔打的性能,也称为强壮性。

鲁棒性好的系统在系统出现摄动时,其品质指标保持不变或者变化很小。在设计和应用各种控制系统时,需考虑鲁棒性问题,应尽可能地把控制系统设计得具有很好的鲁棒性。

5. 不确定性

不确定性是指系统、事件的状态或过程是不确定的,这些系统、事件本身的结构或参数包含有不确定因素,或者系统的环境存在有不确定因素,有不确定的干扰作用于系统,使得问题的解决方案存在着多种可能性。

在不确定性中,有一类属于非本质不确定性,它是指概率统计意义下的随机性,如交通流的随机扰动模型、交通分配的随机多路径分配模型等问题中,随机变量都服从一定的统计规律,有确定的随机分布,可以用概率的特征参数来描述。另有一类属于本质不确定性,它是指没有概率统计的不确定性,其不服从确定的随机分布,不能用概率的特征参数来描述,如短时交通流状态。一般说来,研究问题的范围越大、考察的时间越长,越有统计规律,也就是说,越是研究宏观现象,可以采集到的样本越多,形成统计规律的条件越成熟。

1.1.6 系统的分类

自然和社会中的系统多种多样。根据生成原因和反映属性的不同,系统可以进行多种分类。

1. 自然系统和人造系统

这是按照事物的自然起源对系统进行的分类。

自然系统是自然物在自然过程中产生的。原始的系统都是自然系统,如天体、海洋、生态系统等。自然系统是一个复杂的均衡系统,如季节的周而复始、气候系统的混沌动力学特性、食物链系统、水循环系统等。

人造系统是人们将有关元素按属性和关系组合而成的,而且人造系统都是存在于自然系统中,如海洋船只、机械设备、社会经济系统、科学技术系统、各种工程系统等。

^① 贺国光. ITS 系统工程导论. 北京:中国铁道出版社,2004

人造系统和自然系统之间存在着一定的界面,两者互相影响、相互渗透。多数系统都是自然系统和人造系统相结合的复合系统。如社会系统,看起来是一个人造系统,但是它的发展是不以人的意志为转移的,并有其内在的规律性。

2. 实体系统和概念系统

这是按照系统的物质属性对系统进行的分类。

实体系统是指以生物和非生物等实体为构成要素所组成的系统,如计算机系统、通信网络系统、机械设备系统等。

概念系统是指由人的思维创造,以概念、原理、原则、方法、制度、规定、程序、政策等非物质实体为构成要素所组成的系统,如管理系统、社会系统、法律系统、教育系统、国民经济系统等。

在实际生活中,实体系统和概念系统往往是结合起来的。实体系统是概念系统的物质基础,而概念系统是实体系统的中枢神经,为实体系统提供指导和服务,两者是不可分的。如管理信息系统中的计算机及其外部设备是实体系统,而运行的管理软件、数据库、应用程序就属于概念系统。

3. 动态系统和静态系统

这是按照状态变量的性质对系统进行的分类。

静态系统的运行规律中不含时间因素。现实生活中的实体网络系统、建筑结构系统、城市规划布局系统都是静态系统。静态系统和实体系统是相对应的。实际应用中,物理学中考虑的平衡系统可以看成静态系统。

动态系统的系统状态变量、内部结构都是随时间变化的,一般都有人的行为因素在内。如生命系统、服务系统、生产系统、社会系统等。动态系统需要以静态系统为基础,需要概念系统的配合。

事实上,静态系统是动态系统的极限稳定状态或简化假设状态。

4. 开放系统和封闭系统

这是依据系统和环境的关系对系统进行的分类。

封闭系统是指系统与环境相互隔绝而孤立,系统与环境之间没有物质、能量和信息的交换,呈封闭状态。封闭系统的存在,首先是该系统内部组成部分及其相互关系存在平衡关系,这种平衡关系的意义是和不同系统的层次、系统的内容以及人们观察的侧重点相关的。

开放系统是指系统与环境有物质、能量、信息进行交换。如生产系统、商业系统等。这些系统通过系统组成部分的不断调整,来适应周围环境的变化,以使其在某个阶段保持稳定的状态。开放系统往往具有自适应特性。

实际生活中的绝大多数系统都是开放系统。封闭系统的划分是相对的,封闭系统是开放系统的近似和简化,是系统边界的相对明确。