

面向“十二五”高等院校应用型人才培养规划教材

信息系统分析与设计

Information Systems Analysis and Design

精品课程教学团队 王兴鹏 主 编
潘 晓 吴 雷 井向阳 副主编



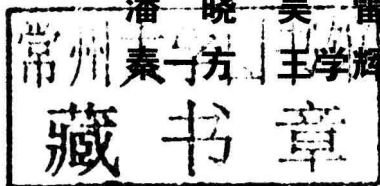
中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

面向“十二五”高等院校应用型人才培养规划教材

信息系统分析与设计

Information Systems Analysis and Design

■ 精品课程教学团队 王兴鹏 主 编
潘 晓 吴 雷 井向阳 副主编
常州 秦一方 王学辉 桂 莉 参 编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

信息系统分析与设计 / 王兴鹏主编. —北京: 中国铁道出版社, 2012.1

面向“十二五”高等院校应用型人才培养规划教材
ISBN 978-7-113-13926-1

I. ①信… II. ①王… III. ①信息系统—系统分析—
高等学校—教材②信息系统—系统设计—高等学校—教材
IV. ①G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 238252 号

书 名: 面向“十二五”高等院校应用型人才培养规划教材
信息系统分析与设计

作者：王兴鹏 主编

策 划：曾亚非

责任编辑：夏伟 贾淑媛

封面设计：刘颖

封面制作：白雪

责任校对：张玉华

责任印制：李 佳

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市宣武区右安门西街8号）

网 址: <http://www.edusources.net>

印 刷：北京市昌平开拓印刷厂

版次: 2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 16 字数: 390 千

印 数: 1~4 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-13926-1

定 价：32.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社教材图书营销部联系调换。电话：(010) 63550836

打击盗版举报电话：(010) 63549504

面向“十二五”高等院校应用型人才培养规划教材 编审委员会

主任委员

李维安 东北财经大学

校长

教育部工商管理专业教学指导委员会

副主任委员

副主任委员 (按姓氏汉语拼音为序)

陈爱祖	河北科技大学	经济管理学院院长	教授
崔会保	山东理工大学	商学院副院长	教授
董 原	兰州商学院	工商管理学院院长	教授
关晓光	燕山大学	经济管理学院	教授
李 健	天津理工大学	管理学院副院长	教授
李长青	内蒙古工业大学	教授委员会主任	教授
李向波	天津工业大学	管理学院	教授
梁毅刚	石家庄铁道大学	经济管理学院院长	教授
刘 岗	山东圣翰财贸职业学院	副校长	教授
刘 克	长春工业大学	管理学院副院长	教授
刘家顺	河北联合大学	经济学院院长	教授
吕荣杰	河北工业大学	土建学院党委书记	教授
孟 越	沈阳理工大学	经济管理学院副院长	副教授
苗雨君	齐齐哈尔大学	经济与管理学院副院长	教授
彭诗金	郑州轻工业学院	经济与管理学院院长	教授
乔 梅	长春大学	管理学院副院长	教授
孙国学	赤峰学院	经济与管理学院副院长	教授
王 燕	佳木斯大学	经济管理学院副院长	教授
王庆生	天津商业大学	商学院副院长	教授
王全在	内蒙古财经大学	会计学院院长	教授
谢万健	淮阴工学院	经济管理学院副院长	教授
徐德岭	天津师范大学	经济学院副院长	教授
张 璞	内蒙古科技大学	经济管理学院院长	教授
张议元	廊坊师范学院	管理学院副院长	教授
赵中利	山东交通学院	管理学院院长	教授

信息系统已成为企业在激烈的市场竞争中迎接挑战、实现管理变革、获取竞争优势的强有力的工具和战略手段。以 Internet 为代表的先进信息技术的不断涌现促进了跨平台、跨组织、分布式应用的迅速发展，信息系统的规模和复杂程度与日俱增，这对信息系统的开发提出了更高要求。

今天，虽然信息系统的开发方法和技术已有了长足发展，出现了很多比较有效的开发方法和技术，形成了比较规范的开发过程管理，但仍存在诸多问题，“软件危机”还没有彻底消除，离人们追求的高效自动化开发还有相当大差距。

以上这些因素都对系统开发人员的能力提出了更高要求：既要懂得开发技术、掌握开发工具、具有很强的开发能力，又要有一定的管理知识和人际关系技能，更重要的是要不断地学习新的技术和更有效的开发方法论。然而，不管采用什么方法和技术，系统开发人员都必须掌握一系列系统开发的基本理念和核心技能。

本书从系统思想和信息系统的基本概念出发，结合信息系统开发的最新发展趋势，全面系统地介绍了信息系统分析与设计的基本理论、方法和技术，突出了系统开发人员应该具备的核心技能。

根据“把握基本，突出先进，强化实践，注重实用”的指导思想，本书全面介绍了系统开发人员必须要掌握的一系列系统开发的基本理念、方法和技术；跟踪该领域的新观点、新技术、新发展、新动态，重点介绍了面向对象方法和 UML 建模技术，增加了一些较新、较成熟的开发模型的介绍；实践性是这门课的重要特点，除了每章后都有思考题外，对重点章节还精心安排了大量可供实践的练习题，附录中还给出了教学大纲、课程设计任务书。从提高开发人员的开发技能入手，每章都提供了较多案例，专门安排两章内容分别介绍了结构化方法和面向对象方法的两个完整开发案例，便于学生学习。

全书分四篇，共 12 章。概述篇包括系统思想与信息系统、信息系统开发概述两章，主要对系统思想、信息系统的相关概念、信息系统开发的方法、开发的全过程等进行了较为详尽的描述；开发篇包括系统规划、结构化系统分析、结构化系统设计、面向对象方法与 UML 基础、面向对象分析与设计、系统实

施、信息系统维护与管理等 7 章，其中，在系统规划和系统分析阶段强调了业务流程再造的重要性，在系统分析和系统设计阶段突出了基于 UML 的面向对象开发方法的介绍；项目管理篇包括信息系统项目管理一章；案例篇包括结构化分析与设计案例、面向对象分析与设计案例两章，分别介绍了结构化方法和面向对象方法两个较为完整的案例，使读者能够更加直观地理解书中介绍的信息系统的开发方法，作为入门读者在项目开发时的参考；附录内容包括课程设计指导书等资料。

本书由王兴鹏担任主编，潘晓、吴雷、井向阳担任副主编，秦一方、王学辉、桂莉也参与了编写工作。其中第 1、4 章由潘晓编写，第 2、3、6、7、11、12 章由王兴鹏编写，第 5、8 章由吴雷、王学辉编写，第 9、10 章由井向阳、秦一方编写，附录 A 由王兴鹏、桂莉编写。最后由王兴鹏统稿、审稿和定稿。

本书可作为高等院校信息管理与信息系统专业、电子商务专业和计算机相关专业本科生和研究生的教材，也可作为从事信息系统建设和管理的技术人员、管理人员的参考书。

在本书编写过程中，得到了很多专家、学者和同仁的热心帮助和支持，特别是河北工业大学管理学院博士生导师曾珍香教授在百忙中给予了很多建议和指导，梁书生、寇美红两位同学帮助绘制了部分图表，在此一并表示衷心的感谢。在本书的出版过程中，得到了中国铁道出版社工作人员的热心帮助，特别是夏伟主任，正是他的信任和督促，才使本书得以顺利出版，在此也向他们表示诚挚的谢意。

由于信息系统开发方法和技术涉及面广、发展变化快，加之作者水平有限，难免会出现一些疏漏和不妥之处，敬请读者不吝批评、赐教。

编 者

前言	I
----------	---

第一篇 概 述

第 1 章 系统思想与信息系统	2
1.1 系统	2
1.2 系统思想与系统方法	6
1.3 信息系统	12
1.4 信息系统的应用与发展	23
第 2 章 信息系统开发概述	30
2.1 软件危机与软件工程	30
2.2 信息系统的生命周期模型	34
2.3 信息系统开发方法	41
2.4 系统开发的组织管理	46

第二篇 开 发

第 3 章 系统规划	52
3.1 系统规划概述	52
3.2 系统规划方法	54
3.3 系统规划与业务流程再造	59
3.4 可行性研究	61
第 4 章 结构化系统分析	65
4.1 系统分析概述	65
4.2 收集需求的内容和方法	67
4.3 组织结构分析	69
4.4 业务流程分析	71
4.5 数据流程分析	73
4.6 系统分析报告	84
第 5 章 结构化系统设计	87
5.1 系统设计概述	87
5.2 系统总体设计	89
5.3 系统详细设计	100
5.4 系统设计说明书	112
第 6 章 面向对象方法与 UML 基础	115
6.1 面向对象的方法	115
6.2 UML 简介	118

6.3	UML 图	120
6.4	UML 的应用	135
第 7 章	面向对象分析与设计	139
7.1	需求获取	139
7.2	系统分析	145
7.3	系统设计	155
第 8 章	系统实施	169
8.1	系统实施概述	169
8.2	程序设计	171
8.3	系统测试	176
8.4	系统转换	182
第 9 章	信息系统维护与管理	185
9.1	系统维护	185
9.2	系统运行管理	192
9.3	信息管理部门	193
9.4	系统评价	196

第三篇 项目管理

第 10 章	信息系统项目管理	200
10.1	信息系统项目管理概述	201
10.2	信息系统项目计划与组织	201
10.3	信息系统项目的进度管理	204
10.4	信息系统项目的成本管理	208
10.5	信息系统项目的风险管理	211
10.6	信息系统项目的文档管理	215
10.7	软件配置管理	218

第四篇 案 例

第 11 章	结构化分析与设计案例——库存管理系统	224
11.1	系统概述	224
11.2	系统分析	225
11.3	系统设计	229
第 12 章	面向对象分析与设计案例——图书馆管理系统	232
12.1	系统概述	232
12.2	需求分析	233
12.3	静态结构模型	236
12.4	动态行为模型	243
12.5	物理模型	246
附录 A	信息系统分析与设计课程设计任务书	247
参考文献		248

第一篇 概 述

本篇主要对信息系统的相关概念和信息系统开发的相关问题进行介绍和讨论。

本篇包括第 1 章和第 2 章。

第 1 章首先介绍了系统的概念、特征,进而引出对系统思想和系统方法的讨论。系统思想是人们认识世界的重要思维方法,系统方法则是人们解决问题的重要方法论,这和信息系统概念及信息系统的开发都密切相关。随后重点介绍了信息系统的概念、功能、类型,并对信息系统的应用和发展趋势进行了讨论。

第 2 章首先分析了信息系统建设的复杂性,介绍了软件危机的概念及解决软件危机的方法——软件工程,并对建模技术作了简要介绍,还重点介绍了信息系统生命周期及其衍生模型,本章着重讨论了 3 种经典的开发方法:结构化方法、原型法、面向对象方法,并分析了各自的优缺点,还介绍了著名的描述信息系统发展的阶段理论——诺兰模型、信息系统开发人员及分工,信息系统的开发方式等。

第 1 章 系统思想与信息系统



学习目标

- 理解系统的概念、内涵和特点;理解信息系统特别是管理信息系统的定义
- 理解系统方法、系统工程及系统分析的相关概念
- 掌握信息系统的结构,特别是功能结构和物理结构
- 了解不同类型的信息系统及信息系统的发展历程和趋势
- 理解信息系统的重要性和地位,特别是在企业管理中的作用和地位,结合案例进行讲解与分析



本章重点

系统与信息系统的概念,信息系统的功能结构和物理结构。

1.1 系 统

1.1.1 系统的定义

系统的概念,人们并不陌生。人们经常说到各种系统,诸如自然界的生物系统,农业的灌溉系统,人体的消化系统、呼吸系统、神经系统,计算机的操作系统、数据库管理系统,人类社会的行政系统、教育系统,等等。

尽管系统一词频繁出现在社会生活和学术领域中,但不同的人在不同的场合往往赋予它不同的含义。长期以来,系统概念的定义和其特征的描述尚无统一规范的定论。一般采用如下的定义:系统是由一些相互联系、相互制约的若干组成部分结合而成的、具有特定功能的一个有机整体(集合)。

这个定义可以从 3 个方面理解:

(1)系统是由若干要素(部分)组成的。这些要素可能是一些个体、元件、零件,也可能其本身就是一个系统(或称之为子系统)。如运算器、控制器、存储器、输入/输出设备组成了计算机的硬件系统,而硬件系统又是计算机系统的一个子系统。

(2)系统有一定的结构。一个系统是其构成要素的集合,这些要素相互联系、相互制约。系统内部各要素之间相对稳定的联系方式、组织秩序及时空关系的内在表现形式,就是系统的结构。例如钟表是由齿轮、发条、指针等零部件按一定的方式装配而成的,但一堆齿轮、发条、指针随意放在一起却不能构成钟表;人体由各个器官组成,单个各器官简单拼凑在一起不能称其为一个有行为能力的人。

(3)系统有一定的功能,特别是人造系统要有一定的目的性。功能是指系统与外部环境相联系和相互作用中表现出来的性质、能力和功能。例如:呼吸系统的功能是进行体内外的气体交换;信息系统的功能是进行信息的收集、传递、储存、加工、维护和使用,辅助决策者进行决策,帮助企业实现目标。

系统由若干部分所组成,同时又从属于更大的系统,大系统的其他部分就是该系统的环境。广义地讲,一切不属于系统的部分统称为环境。系统处于环境之中,系统与环境间必然要相互交流、相互影响,产生物质的、能量的、信息的交换,以保持适应状态。从环境中得到某些信息或物质、能量,称为系统的输入;向环境中输送信息、物质或能量,称为系统的输出。系统的基本功能就是把环境的输入进行加工处理转换为输出。系统与环境的关系如图 1.1 所示。

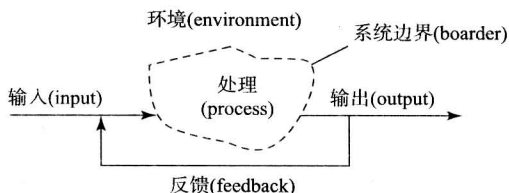


图 1.1 系统与环境

1.1.2 系统的特性

1. 系统的整体性

整体性是系统最重要的特性,是系统论的基本原理。系统之所以成为系统,首先是系统具备整体性。

系统的整体性是指系统是由若干要素组成的具有一定功能的有机整体,各个要素一旦组成系统整体,就表现出独立要素所不具备的性质和功能,形成新系统的质的规定性,从而表现出整体的性质和功能不等于各个要素的性质和功能的简单相加。

整体与部分的关系可以有两种情况:一种是各个部分简单组合在一起;另一种是各个部分有机地结合在一起,即有一定的结构,各个部分相互联系、相互制约,构成有机整体——系统。在后一种情况下,“部分”只有在“整体”中才能体现它的意义。其次,构成系统的要素所具备的内在根据,只有在运动中才得以体现。整体的有机性,不仅是内部要素的联系,也表现为它与外部环境的联系。从“质”的方面讲,整体具有其构成要素所没有的性质。从“量”的方面讲,整体可以大于、等于或小于其部分之和。当系统要素协调配合时,将发挥出好的作用和效益,这就是整体大于部分之和。但并不是所有的整体都会大于其部分之和,若各部分的配合不协调,组合不合理,则会造成整体小于部分之和。

系统的整体性是由系统的有机关联性作为保证的。一方面,系统内部各要素相互关联、相互作用。系统的部分是构成整体的内部依据,但是部分之间的联系的方式也是决定系统整体特性的重要方面。同一组元素处于两种不同的关系中就会表现出不同的特点。例如,石墨和金刚石的成分都是碳,但分子排列方式不同,二者的硬度就有很大的差别。另一方面,系统与外部环境有物质、能量、信息的交换,有相应的输入、输出。这是系统与环境的有机关联,即系统的开放性。系统向环境的开放,是系统向上发展的前提,也是系统稳定存在的条件。因此,为

了增强系统的整体效应,一方面要提高系统构成部分的要素的质量,另一方面要分析各要素的组合情况,使之保持合理状态,还要分析整体与环境的关联情况。

整体性观念是我国传统学术思想的一大特点。阴阳五行观念对中国古代科学和艺术的发展,产生过深远的影响。中医的基础理论、诊断方法、治疗方法处处注意全局。中国传统医学认为,人类患疾病实质上是人失去了与自然的和谐关系和平衡关系,可以是与天地万物不协调、不平衡了,也可以是一个人自身的器官或功能不协调、不平衡了。中医从总体出发,发现并解决局部问题,取用自然的其他部分(植物、矿物、动物),达到与自然平衡协调的目的。

但是,古代朴素的整体观,缺乏对各部分的分析,是一种致命的缺陷。没有分析的整体论,往往成为伪科学或非科学的避难所。

分析是把整体分解为部分来加以认识。客观世界本来是处于相互联系之中的,但人们为了深入认识部分,从而更好地认识整体,不得不把特定系统从普遍联系中暂时划分出来,孤立静止地加以剖析。近代科学正是借助于分析方法取得了辉煌成就。也正是由于这个原因,分析曾一度被当作唯一的科学方法。片面地强调分析,认为只要理解了部分,也就理解了整体,即整体等于部分之和,这是一种只见树木而不见森林的片面观点。

现代系统论吸收了朴素整体论从整体上看问题的长处,以及近代科学分析方法的长处,注意克服它们各自的片面之处,将二者结合起来,形成部分和整体、分析和综合相结合的系统方法论。这是人们认识世界的有效方法,也是指导信息系统建设的有效方法。

2. 系统的层次性

层次性是系统的一种基本特征。系统的层次性指的是由于组成系统的诸要素的种种差异,使系统组织在地位、作用、结构和功能上表现出等级秩序性,形成具有质的差异的系统等级。

如前所述,系统是由要素组成的,可以从两个方面理解。一方面,一个系统是它上一级系统的子系统或要素,而上一级系统有可能是更上一级系统的要素;另一方面,这一系统的要素却是由下一层的要素组成的,低一层的要素又是由更低一层的要素组成的,最下层的子系统由组成系统的基本单位的各个部分构成。这样,由好几个层次组成金字塔结构。可见,系统的层次是相对的。系统的整体性,是指一定层次中形成一定结构基础上的整体性。系统的功能则是指系统与外部环境相互联系和相互作用的秩序与能力。伴随着结构的层次化,系统功能对于上层的系统来说,一层一层地具体化。

在作系统分析的时候,必须注意系统的层次性。把握了这一点,可以避免认识事物的简单化和绝对化。既要注意把一个子系统看作上层系统中的一个要素,求得统一的步调,又要注意到它本身又包含着复杂的结构。一般说来,高一层结构对低层结构有更大的制约性。低一层的结构是高一层结构的基础,反作用于高一级结构。从层次的观点出发,“黑箱”方法是正确认识复杂事物和处理问题的有效方法。“黑箱”方法的原理是:在认识的某一个阶段,把某种认识对象看作一个封闭的箱子,我们只了解它的输入、输出,而暂时不打开这个箱子深入其内部了解其具体结构。这种方法引导人们自觉、主动地控制讨论问题的层次和范围,在每个具体时刻,都集中力量于应当注意的层次,暂不顾下一层的细节,以免分散精力。当这一层次的问题弄清楚之后,再根据需要深入到下一层次的某些细节中去。这样,“黑箱”逐步变为“灰箱”,最后变为“白箱”。

3. 系统的目的性

系统的目的性是系统发展变化中表现出来的特点。系统在与环境的相互作用中,在一定的范围内,其发展变化表现出坚持趋向某种预先确定的状态。

“目的”本来限于表达与人的意识活动相联系的范畴。系统科学的兴起,赋予目的性以全新的科学解释。维纳等控制论的创立者从系统的行为角度分析了系统的复杂行为,把行为、目的等概念变成科学概念。按照控制论的观点,目的性行为即是受到反馈控制的行为,系统的目的可以通过系统的活动来实现。目的,即预先确定的目标,引导着系统的行为。人工控制系统总是为了实现一定的预期目的,因此,必须根据反馈信息不断调节系统行为,才能实现预期目的。当系统处于所需要的状态时,力图保持系统状态的稳定,而当系统不是处于所需状态时,引导系统由现有状态稳定地变成预期状态。人工系统的目标,实际上是事先确定的人工目标,这种目标常常并不以对象实体来定义,而是以关于对象的条件来定义的。例如,所谓导弹可以自动寻找目标,不是导弹可以认识对象实体,而是它可以根据对象所发出的不同于其背景的某些特定的状态信息,运用人为设计好的并安装于其中的自动反馈机制来调整本身的行为,实现跟踪目标对象的目的。

系统的目的性的原理,具有实践上的指导意义。一个系统的状态不仅可以用其现实状态来表示,还可以用发展状态来表示,或用现实状态与发展状态的差距来表示。因此,人们不仅可以从原因来研究结果,以一定的原因来实现一定的结果,而且可以从结果来研究原因,按照设定的目的来要求一定的原因。系统工程方法的基本思想是:要解决的问题有一个明确的目标,我们要选取达到它的几种途径,并从其中找出一种最好的途径,实施并加以监控、修正,最后达到目标。

4. 相关性

相关性是指系统内的各部分相互制约、相互影响、相互依存的关系。构成系统的各个部分虽然是相互区别、相互独立的,但它们并不是孤立地存在于系统之中的,而是在运动过程中相互联系、相互依存的。这里所说的联系包括结构联系、功能联系、因果联系等。整个系统的目标正是通过各部分的功能及它们之间合理、正确地协调而达到的。例如,一个制造型企业,计划部门依据企业的生产能力、市场需求等因素制订出生产计划;供销部门按照生产计划、生产状况及原材料、零部件、产品等的库存情况提供供应服务和销售管理;而生产部门则要根据生产计划及库存资源情况安排生产,其生产能力又是计划部门制订计划的依据。由此可见企业的计划子系统、供销子系统、生产子系统和库存管理子系统按一定的分工完成其特定的功能,但彼此是相互联系、相互制约的。

分析系统的相关性是构筑一个系统的基础,在实现一个系统的过程中不单单要考虑如何将系统分解成若干子系统,而且要考虑这些子系统之间的制约关系。

5. 环境适应性

任何系统都是由若干部分所组成,同时又从属于更大的系统,大系统的其他部分就是该系统的环境。

任何一个系统的存在和运行都受到环境的约束和限制,同时系统又通过对环境的输出而对环境施加影响。系统与环境的影响是交互的,适应性应该是双向的。比如,企业要根据市场需求的变化来调整生产经营的方向和内容;反过来,企业技术水平的提高,具有新功能的产品开发,再加上必要的营销宣传,也会对消费倾向的变化产生某种引导作用。

系统的边界是指系统与环境的分界线。它把系统与环境分开,其实系统与环境间并无明显的分界线。确定边界,只是为了研究的方便,对系统的范围、规模及所要解决的问题加以限制。如在企业管理系统中,也必须建立各子系统的边界,销售经理职责是负责管理、监督并考核企业销售活动,这种职责范围就是销售管理系统的边界。

1.2 系统思想与系统方法

1.2.1 系统思想

现代系统理论诞生于20世纪40年代,它的产生和发展,彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式,是继相对论之后的又一次伟大的科学革命。它既是现代科学高度发展的产物,又是人们原始思维的延续。今天的系统理论中的许多观点,可以一直追溯到有文字记载的最早期。也许在文字发明之前,人类就已经自觉或不自觉地用原始的系统方法看待周围的自然界了。回顾系统的渊源,有助于深入理解系统理论的内涵,掌握其实质。

1. 古代朴素的系统思想

在人们自觉认识系统思想以前,就进行着系统思维。例如古希腊哲学家亚里士多德关于“整体大于部分之和”的论述,就是系统论最基本的思想。

系统思想是我国传统思想的一个突出特点,这种思维是中国古代文明位于世界前列的一个重要因素。在那些组织系统性很强的领域,如天文学、管理学、军事、农学和医学领域,创造了灿烂的文化。

2. 系统思想的淹没

尽管古人曾成功地运用系统思想创造了一个个巨大的历史奇迹,但由于知识贫乏,手段落后,缺乏对整体各个细节的认识能力,因此只能用理想、幻觉的联系来代替未知的事物之间的关系,用臆想补充缺乏的事实。人们在同大自然的抗争中逐渐感到系统思维还不是寻找生存、改造自然的最有效的武器。面对具体的现实世界,人们只能将一时难以弄懂的事物采取各个击破的方式,一部分一部分的研究,系统思想和方法便逐渐退到次要的位置。

欧洲文艺复兴以后,随着科学思想的觉醒,近代科学开始迅猛发展。望远镜、显微镜、气压计、温度计、摆钟等相继被发明和制造出来,为人们认识客观世界的各个局部提供了十分有效的手段。力学、天文学、物理学、化学、生物学等逐渐发展成独立的学科。尤其是伽利略、牛顿对天体运动和可见物体运动等宏观领域的开创性研究,使人们更加确信世界是由许多作机械运动的部分相加而成的。

机械论虽然也把世界看作一个整体,但这种整体观并不符合系统的思想。机械论立足于一个重要原理:分析还原原理,认为人们只要有了分析的工具和手段,把研究对象分解开来,对各部分孤立的研究,再把对各部分的认识综合起来,就可得到对整体的认识。这种偏重于分析的认识方法只能孤立地掌握客观世界的部分属性,不能掌握世界的整体性质。在科学深入到更复杂的领域之前,它确实卓有成效地开垦了科学领域的处女地,给人类文明带来了一个飞跃。在这种背景下,系统思想被搁置起来了。

3. 现代系统思想的兴起

19世纪下半叶以来,科学技术进入全面发展的新时期。自然科学由收集经验材料、分门别类的研究阶段,进入到整理经验材料、走向理论综合的发展新阶段,从而不断从新的水平上

揭示了自然界的普遍规律。一系列重大的科学发现,科学技术与社会科学的结合,对近代科学方法提出了挑战,为现代系统思想的诞生奠定了基础。

在生物学中长期以来一直存在着机械论和活力论的两种对立的观点,活力论认为生命物质与非生命物质之间存在着一条不可逾越的鸿沟,生命现象不能还原为基本的物理、化学过程,机械论不能解释生物学的很多现象。“活力”是超物质的,是赋予生物体以目的和生命力的一种力量,但后来的人工合成尿素和细胞胚胎试验的成功使活力论和机械论均受到了沉重的打击。与此同时,有些生物学家和哲学家认为只有将生命看作一个有机整体,才能解释上述试验,他们主张用机体论代替机械论和活力论。贝塔郎菲发表了很多论文表达了机体论思想,强调把有机体当作一个整体来看待,认为科学的主要目标在于发现不同层次上的组织原理。他批判地继承前人的机体论思想,把协调、秩序、目的性等概念用于研究有机体,形成了自己关于系统的基本思想。1937年,贝塔郎菲第一次提出了一般系统论概念。到了20世纪60—70年代,一般系统论受到人们的普遍重视。

管理领域的进展,是20世纪系统思想兴起的一个重要侧面。19世纪末,随着西方自由资本主义开始向垄断资本主义过渡,生产规模不断扩大,只凭经验安排生产的管理方式已经不能适应日益扩大的生产规模和经济发展的需要了。在这种背景下,泰罗、法约尔、韦伯等人奠定了科学管理理论,引导人们开始注意把工厂、企业作为一个有机的组织来加以管理。20世纪30年代,巴纳德提出组织就是“两个或两个以上的人有意识协调而成的活动或力量系统”,社会中的各组织都是这样的协作系统。在他的组织定义中包含系统及系统等级概念,系统要素的协同、人有意识、有目的的活动以及时间连续性等概念。由此可见,系统思想已经日益深入到管理理论之中,变成自觉的管理理论的基点之一。

系统工程的兴起与管理问题密切相关。所谓系统工程,就是以系统的观点和方法为基础,综合地利用各种方法和技术,分析解决各种复杂而困难的问题的工程方法。20世纪30年代,美国贝尔电话公司在设计巨大工程时,感到传统的方法已经不能满足要求,提出和使用了系统思想、系统方法等术语。1940年,他们在实施微波通信时首创了系统工程学,按时间顺序把工作划分为规划、研究、开发期研究、通用工程等5个阶段,取得了良好的效果。二战期间,系统工程在工程管理、军事国防等方面得到了极大的重视和运用,并由于战争的推动,系统工程和运筹学紧密地结合在一起。

20世纪50年代在系统工程发展的同时,出现了系统分析的方法和思想。这种方法的基本要点是:

- (1)一个或一组希望达到的目标;
- (2)可供选择的技术或手段(或“系统”);
- (3)每个系统所需的“成本”资源;
- (4)一个或一组模型;
- (5)选择最佳方案的标准。

可以看出,系统分析、系统工程及运筹学有许多相似之处,它们的相似性来源于对某种系统性方法的信奉。当存在着一个目标状态 S_1 和一个当前状态 S_0 ,并且有多种方法从 S_0 到达 S_1 时,按照这种观点,“问题求解”的步骤是:定义和选择最好的方法缩短二者的差距。这样,在系统工程中, $(S_1 - S_0)$ 定义了“需求”,或要达到的目标,系统分析则提供一种能满足该需求的各种系统中做出选择的规范化方法。正是基于这种信念,20世纪50年代以来,系统方法论

一直强调必须从定义需求出发,明确要达到的目标,设计出能满足需求的系统。其基本思想就是:在研究之初,必须知道并陈述我们的目的,我们要去的地方;在给出这种定义之后,才能用系统思想指导我们选择一种有效的方法来达到目的。

系统工程和系统分析无疑把系统的合理性引入了人类决策的一个重要领域,并取得了辉煌的成就。这种成功使得人们把这种方法运用于解决不同种类的问题。

1.2.2 系统方法

1. 系统方法

宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中记载了丁渭修复皇宫的故事:北宋真宗年间,皇城失火,宫殿烧毁,大臣丁渭主持了皇宫修复工程。他采用了这样一套施工方案:先在需要重建的通衢大道上就近取土烧砖,在取土后的深沟中引入汴水,形成人工河,再由此水路运输建筑材料,从而加快了工程进度,在皇宫修复后,又将碎砖废土添入沟中,重修通衢大道。在该故事中,丁渭高明之处,就在于他并不是去分头解决挖土烧砖制瓦、运输建筑材料和清除瓦砾灰壤,而是把三者看成是一个相关的整体而加以协调处理,从而找到一个获得最佳效果的方案。这种把所研究处理的事务看作一个整体,看到其中要素之间的联系,并从整体的角度来协调处理各要素之间关系的思考方法,就是一种符合系统思路的朴素的系统思想和方法。

其实,每个人在日常生活中都有运用系统思路的经验和体会。假若你是一个企业领导者,对内一定会考虑如何协调处理本企业的设备、资金、人力、工艺以及各个生产环节的关系,对外一定会根据国家的计划、市场的需要和同行业竞争的情况来安排和调整本企业的生产计划。假若你是一个医生,一定会根据患者的体质、病源史、病因以及各种药物的效用,经过综合分析,选择最适合患者的药物和方法进行治疗。假若你是一个科学家,不仅确定选题会考虑需要和可能,而且也会考虑应从哪里突破,如何设计实验和处理数据,以及取得成果后如何推广应用等。这样一些分析和处理问题的思考方法,都可以说是系统思路在起作用。

总之,人们在做任何一件事情,解决任何一个问题,完成任何一项任务,达到任何一个目标,一般总有几种不同的方法和途径。而从全局出发,对事物内外的各种联系和规律性加以综合分析,找出一种最好的或比较好的方法来实施,就是系统思路最基本的思想。

随着现代科学技术的发展,人们在长期逐渐形成的运用系统思路分析和解决问题的基础上,加以科学的抽象概括,从而形成了一种崭新的科学方法——系统方法。所谓系统方法,就是按事物本身的系统性把研究对象作为一个具有一定组织、结构和功能的整体来加以考查的一种方法,具体地说,即从系统与要素之间、要素与要素之间、系统与外部环境之间的相互联系、相互制约、相互作用的关系中综合地研究对象的一种方法。系统方法是系统科学基本原理和基本观念在认识和解决实际问题中的应用。系统方法的着眼点在于:第一,把对象看作是多因素、多变量的整体,从分析和研究对象的诸要素(诸子系统)之间的复杂关系中,去认识对象特有的机制;第二,研究各构成要素(子系统)的性质、构造和系统整体性质的内在关系,从而去认识和评价各要素或子系统对整体的作用程度;第三,依据各要素和子系统对整体的作用程度,结合外部环境对系统的作用,选择最佳方案去安排系统的各个组成要素和子系统。

在具体使用系统方法的过程中,系统方法包括了5个基本步骤。

(1)确定问题。系统地阐述所要解决的问题的目标、背景、约束条件和外设,其目标是系统要求实现的功能。

(2)提出可选方案。通过调研、收集与问题有关的事实、资料和数据,分析各种可能性,提

出各种可供选择的方案。

(3)选择合适策略。这一步骤在系统方法中是关于“怎样去做”的一个步骤。在这一步骤里,要选择完成目标的工具和方法,并对这些方案作出分析,权衡利弊,选出最优方案。

(4)实施。对产生出的计划和选择的解决问题的方法与策略要具体地加以实施。

(5)评价实施效果。进行系统的研制、试验和评价,分析是否达到预期结果,发现不足之处及时纠正,直到实现或接近理想设计为止。

系统方法用框图描述,如图 1.2 所示。

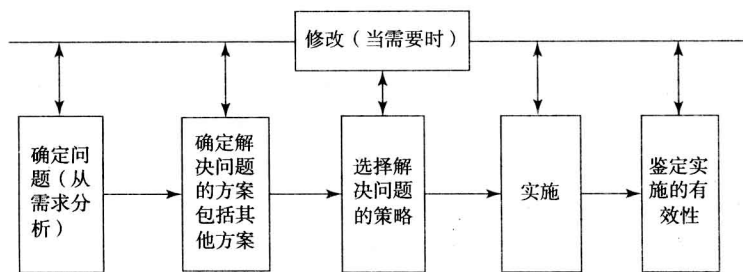


图 1.2 用系统方法解决问题的一般过程

2. 系统方法的原则

(1)整体性原则。系统的整体性原则是系统论的最基本的原则,也是系统理论的核心。它为人们研究、设计和有效解决各种系统对象,提供了重要的方法准则。第一,它要求人们考查任何对象都要以系统的整体性作为基本出发点,即始终坚持从整体出发,去认识、研究和处理一切系统客体。第二,整体性原则要求人们从整体出发去研究事物,并非意味着不需要对研究对象进行分析,恰恰相反,它既要求我们要从整体着眼,又要求人们从部分下手。第三,整体性原则要求人们考查任何对象还要注意系统和环境的关系,即考虑关系对环境的适应性。第四,整体性原则不仅要求注意分析系统在空间上的纵横交错的联系和关系,而且还要求注意研究系统在事件上发展变化的趋势和规律。第五,整体性原则要求在系统的要素、结构、功能、相互联系方式、历史发展等方面的具体分析的基础上,认真搞好综合。总之,整体性原则的基本要求,就是从整体着眼,部分着手,协调各方,综合考虑,以达到整体的优化。

(2)优化原则。人们从事任何社会实践活动,为了达到最理想的目标,总有个优化抉择问题。从系统的多种可能中,选择最佳的系统方案,使系统处于最佳状态并取得最佳效果,就是系统方法的优化原则。优化原则是系统方法的基本目的,也是系统发展的一种趋势。

优化问题在系统方法中占有极其重要的地位。它是系统方法的基本目的,因此它要求人们研究任何系统都要着眼于系统的最佳功能。换句话说,就是着眼于系统的目标函数在约束的条件下能够达到最大或最小,这样的问题,就是系统优化的问题。解决这种问题的理论,就叫优化理论。常用的优化理论和方法有线性规划、非线性规划、动态规划、对策论(或博弈论)和排队论等。

系统优化的理论和方法是多种多样的,而且随着社会实践的发展,一些新的优化理论和方法还会出现。但是,无论采取哪种理论和方法对系统进行优化,都必须遵守一些基本原则,如局部效应服从整体效应的原则、坚持系统多极优化的原则、坚持优化的绝对性和相对性结合的