

# 系统论控制论信息论

● 曾广容 易可君  
● 欧阳绪清 彭益民 编著

## 与哲学

中南工业大学出版社

# 系统论 控制论 信息论与哲学

曾 广 容

易 可 君

欧 阳 绪 清

彭 益 民      编著

中南工业大学出版社

# 系统论 控制论 信息论与哲学

曾广容 易可君 编著  
欧阳绪清 彭益民

责任编辑：肖梓高

\*

中南工业大学出版社出版发行  
湘潭市彩色印刷厂印装  
湖南省新华书店经销

\*

开本：787×1092 1/32 印张：11.625 字数：271千字

1988年1月第1版 1988年1月第1次印刷

印数：00001—12000

\*

ISBN 7-81020-112-3/O·018

定价：1.90元

## 作 者 的 话

一九八六年五月，我们在中南工业大学出版社出版了《系统论 控制论 信息论概要》一书，获光明日报社《博览群书》编辑部1986年度图书评选“金钥匙”奖。为了进一步满足广大读者的要求和跟踪国内外这门学科的最新动态，经过广泛收集信息、查阅资料、并结合作者历年来教学与科研的体会，我们将原书加以修改与充实，定名为《系统论 控制论 信息论与哲学》出版。编著本书的目的是希望能对广大读者学习“三论”科学的基本理论，运用这些理论实际问题以及了解“三论”科学与哲学的有关问题有所助益。

本书的作者均系湖南省委党校自然辩证法现代科技教研室的教师。各篇作者如下：第一篇：曾广容；第二篇：易可君；第三篇：彭益民（第十二、第十三章）；易可君（第十四、十五、十六章）；第四篇：欧阳绪清。本书插图由于岳君同志绘制。

在此书的编著过程中，我们得到了湖南师范大学生物系王身立副教授，华中工学院社会科学系李少白副教授，国防科技大学张承怡老师，中南工业大学曾长秋老师，汨罗纺织厂陆虎等同志的帮助和支持。还有李淑萍、于敏、刘国清、周正刚、陆传基、肖春桂等同志都曾协助工作。我们还参阅了有关专家学者的大量研究成果，在此一并致谢。

由于本书所涉及的学科范围和知识面很宽，作者的水平有限，因此书中缺点甚至错误难免，恳请读者不吝赐教。

作 者

一九八七年十二月于长沙

# 目 录

## 1 绪言

## 第一篇 系 统 论

### 5 第一章 系统论的基本概念

#### 5 第一节 系统是由物质、能量 和信息组成的

#### 7 第二节 系统的概念

#### 12 第三节 系统的形态

### 16 第二章 系统论的产生和发展

#### 16 第一节 历史上的系统观

#### 19 第二节 系统论产生与发展的 背景

#### 22 第三节 现代系统论的产生

#### 24 第四节 现代系统论的发展(上)

#### 33 第五节 现代系统论的发展(下)

|     |            |                               |
|-----|------------|-------------------------------|
| 38  | <b>第三章</b> | <b>系统原理</b>                   |
| 38  | 第一节        | 整体性原理                         |
| 42  | 第二节        | 相关性原理                         |
| 46  | 第三节        | 结构性原理                         |
| 51  | 第四节        | 层次性原理                         |
| 54  | 第五节        | 动态性原理                         |
| 57  | 第六节        | 目的性原理                         |
| 58  | 第七节        | 环境适应性原理                       |
| 62  | <b>第四章</b> | <b>系统方法（上）</b>                |
| 63  | 第一节        | 系统方法的特点                       |
| 66  | 第二节        | 系统模型化方法                       |
| 73  | 第三节        | 最优化方法                         |
| 87  | <b>第五章</b> | <b>系统方法（下）</b>                |
| 87  | 第一节        | 系统预测技术                        |
| 96  | 第二节        | 系统决策技术                        |
| 106 | <b>第六章</b> | <b>系统论的应用</b>                 |
| 106 | 第一节        | 系统论指导人们遵循<br>客观规律，按客观规<br>律办事 |
| 110 | 第二节        | 系统论与经济建设                      |

|     |        |          |
|-----|--------|----------|
| 114 | 第三节    | 系统论与科学发展 |
| 117 | 第四节    | 系统论与科学决策 |
| 119 | 主要参考文献 |          |

## 第二篇 控制论

|     |              |                    |
|-----|--------------|--------------------|
| 123 | 第七章 控制论的产生   |                    |
| 123 | 第一节          | 控制论产生的社会条件         |
| 124 | 第二节          | 控制论产生的理论渊源         |
| 127 | 第三节          | 控制论产生的技术基础         |
| 130 | 第八章 控制论的基本概念 |                    |
| 130 | 第一节          | 控制、目的、信息           |
| 135 | 第二节          | 输入、输出、传递函数         |
| 143 | 第三节          | 反馈、负反馈、正反馈         |
| 150 | 第四节          | 控制系统、控制论系统、控制系统的分类 |
| 160 | 第九章 基本控制方式   |                    |
| 160 | 第一节          | 反馈控制               |

|     |             |                  |
|-----|-------------|------------------|
| 171 | 第二节         | 稳定控制             |
| 179 | 第三节         | 程序控制与随动控制        |
| 188 | 第四节         | 最优控制             |
| 198 | <b>第十章</b>  | <b>控制论的主要方法</b>  |
| 198 | 第一节         | 传统方法的继承与发展       |
| 200 | 第二节         | 黑箱方法             |
| 212 | <b>第十一章</b> | <b>控制论的应用与发展</b> |
| 212 | 第一节         | 大系统控制理论          |
| 217 | 第二节         | 生物控制论            |
| 231 | 第三节         | 社会、经济控制论         |
| 242 | 第四节         | 模糊控制与人工智能        |
| 253 |             | 主要参考文献           |

## 第三篇 信息论

|     |             |                       |
|-----|-------------|-----------------------|
| 256 | <b>第十二章</b> | <b>信息概念及信息论的产生和发展</b> |
| 256 | 第一节         | 信息概念                  |
| 263 | 第二节         | 信息论的产生和发展             |

|     |                         |
|-----|-------------------------|
| 267 | <b>第十三章 信息论基础知识(上)</b>  |
| 267 | 第一节 申农的通信系统模型           |
| 271 | 第二节 通信的可靠性              |
| 275 | 第三节 通信的效率               |
| 278 | <b>第十四章 信息论基础知识(下)</b>  |
| 279 | 第一节 概率概念及有关知识           |
| 283 | 第二节 概率信息的表示             |
| 286 | 第三节 概率信息的度量             |
| 295 | <b>第十五章 信息方法</b>        |
| 295 | 第一节 信息方法的基本步骤<br>与特点    |
| 299 | 第二节 信息方法的作用             |
| 305 | <b>第十六章 信息科学技术和信息革命</b> |
| 305 | 第一节 信息科学技术              |
| 308 | 第二节 信息革命与信息化社会          |
| 314 | 主要参考文献                  |

## 第四篇 系统论、控制论、 信息论与哲学

|     |                    |
|-----|--------------------|
| 316 | <b>第十七章 系统论与哲学</b> |
| 316 | 第一节 系统论与自然观        |
| 326 | 第二节 系统论与方法论        |
| 330 | 第三节 系统论与辩证法        |
| 335 | <b>第十八章 控制论与哲学</b> |
| 335 | 第一节 控制论与物质观        |
| 340 | 第二节 控制论与若干哲学范<br>畴 |
| 343 | 第三节 控制论与认识论        |
| 348 | <b>第十九章 信息论与哲学</b> |
| 348 | 第一节 信息的辩证性质分析      |
| 353 | 第二节 信息的发展与物质演<br>化 |
| 357 | 第三节 信息论与认识论        |
| 361 | 主要参考文献             |

# 绪 言

系统论、控制论、信息论是第二次世界大战后新崛起的具有综合特性的横向科学。

现代科学技术的发展有着在高度分化的基础上高度综合的特点，一方面向深度发展，科学研究的对象越来越专一，科学分类越来越精细，新领域、新学科、新专业不断产生；另一方面，各学科之间又相互渗透，相互交叉、相互移植而使得科学技术日趋整体化、综合化。系统论、控制论、信息论就是科学技术整体化、综合化的产物。第二次世界大战后，社会生产力迅速发展，科学技术转化为直接生产力的周期越来越短，生产的自动化程度愈来愈高，电子计算机网络和智能型机器人在生产、科研和生活中被广泛应用，人工智能的研究成果已直接投入生产，人类正向信息时代迈进，系统论、控制论、信息论也是适应信息时代的要求而产生的。

系统论、控制论、信息论作为综合的普遍性的理论，它横跨自然科学和社会科学两大领域，在哲学、社会科学和自然科学之间架起了相互贯通的桥梁。它的出现，实现了人类认识史上由定性到定量认识物质之间各种关系的新飞跃，实现了人类认识史上由认识物质和能量到认识信息的新飞跃，不仅进一步深化了人们对现实世界图景的认识，而且以其特有的新颖思路，改变了人们的思维方式，为科学研究提供了崭新的方法。系统论、控制论、信息论在科学体系结构中的横向科学的特殊地位，就决定了它在丰富和发展辩证唯物主义哲学方面、在促进科学技术的发展方面、在解决一切复杂的科学、技术、经济和社会问题等方面，有着其它科学不可代替的重要作用。

系统论、控制论、信息论虽然还是在发展、成熟中的科学，但它们在自然科学、社会科学和思维科学各个领域中的广泛应用已显示出极大的生命力，有着广阔的发展前景。

我们还应看到，系统论、控制论、信息论已经渗透到人类实践活动的各个领域，成为大规模改造世界的有效工具之一。因此，加强系统论、控制论、信息论的研究和普及工作，不仅具有十分重要的理论意义，而且具有十分现实的实践意义。

# 第一篇 系统论

本世纪以来，科学技术在高度分化的基础上，出现了大规模的综合，科学技术理论的发展趋向整体化。随着科学技术的发展，社会活动的规模，生产的规模，以及工程技术的规模和科学研究的规模日益扩大，科学、技术和生产的联系日益密切，逐渐形成了统一的有机整体。现在人类认识世界的范围，微观世界已研究到层子，宇观世界观察到的宇宙达200亿光年。人类已登上了月球，空间飞行器已飞离太阳系向钱河系奔去。人类所要处理和解决的问题越来越复杂、庞大。这些问题又都表现为整体性或系统性问题。因此“我们被迫在一切知识领域中运用‘整体’或‘系统’思想来处理复杂问题”（贝塔朗菲语）。于是以系统为研究对象的崭新理论——系统论，就应运而生。

系统论是研究客观现实系统共同的特征、本质、原理和规律的科学。它所概括的思想、

理论、方法和工具，普遍地适用于物理、生物和社会系统。系统论首先具有科学思想和方法论的特征。它主张从整体出发，研究系统与系统、系统与组成部分以及系统与环境之间的普遍联系。它从揭示系统的整体规律上，为解决现代科学技术、社会和经济等方面的复杂系统问题，提供了新的理论武器。

系统论最初是本世纪四十年代由美籍奥地利生物学家贝塔朗菲（1901—1972年）创立的一门逻辑和数学领域的科学。它的主要目的是企图确立适用于系统的一般原则。现代系统论不仅提出了有关系统的基本概念、基本思想与原理，并且通过科学的、精确的数学方法，能定量地描述系统及其发展变化过程。系统论的原理同唯物辩证法的关系十分密切，它既是唯物辩证法原理的具体应用，又是对这一原理的丰富和深化。

系统论是系统工程的理论基础。系统工程是用系统思想、系统原理和系统方法，结合有关专业知识，对各类具体系统进行设计、组织、实施，以达到最佳效益的组织管理技术。根据研究对象的不同，系统工程可分为许多类型，如教育系统工程、科研系统工程、工程系统工程、社会系统工程、经济系统工程、农业系统工程、军事系统工程等等。

# 第一章 系统论的基本概念

## 第一节 系统是由物质、能量和信息组成的

### 一、系统的基本组成

万千现实世界，纷繁复杂，究竟由什么组成的呢？首先人们认识到世界的物质性，即物质是世界的本原。物质是在人的意识之外并且不依赖于人的意识而存在的客观实在，这个客观实在不是别的，在自然界中主要就是各种实物和场的总和。现代物理已经证明，一切物质都是由基本粒子组成，宇宙在其物质组成上具有惊人的统一性。一切物质都在运动，随着对物质运动的深入研究，使人们认识到一切物质都具有能量。随着对物质与能量运动规律的研究，又使人们认识到客观世界普遍存在信息。因此，现代科学认为，世界是由物质、能量和信息组成的。

实际上任何系统都是物质、能量和信息相互作用和有序化运动的产物，所以，物质、能

量和信息就构成系统的基本要素。

## 二、物质与能量的关系

运动是物质的存在形式，而运动的物质都具有作功的本领。在物理学中把物质作功的本领称为能量。

物质与能量的关系可用著名的相对论质能关系式  $E = mc^2$  来刻划。式中  $E$  是能量， $m$  是质量， $c$  是光速。爱因斯坦的这个公式说明质量与能量是相互联系、相互制约的。即任何具有一定质量的物质，就相应地蕴含着一定的能量。任何质量改变的同时有对应的能量改变；任何能量改变的同时也有对应的质量改变。爱因斯坦在1905年指出，物质是能量的一种非常集中的形态。这个论断不仅在实验室里被证实，而且为原子弹和氢弹的发明所证实。

## 三、信息与物质和能量的关系

“信息”这个词，应用很广，但是目前学术界对它尚无一个统一的定义。可以认为，信息是物质的一种普遍属性。信息并非指事物本身，而是事物的表征，即一个事物的特性通过反映在另一个事物中的再现。所以，信息是反映出来的事物属性。任何具有物质和能量运动的系统，必然要对它的周围环境系统发生一定的相互作用，这种相互作用对于作用的接受系统来说，就是信息。如蜜蜂发现蜜源后，会用不同的舞蹈和不同的声音向其同类报告蜜源的方向、距离以及花蜜的质量。信息并不为生物界所独占，在无机自然界亦普遍存在信息。比如，在地球出现生物之前，太阳就源源不断地向地球发送辐射能，为地球所接收和利用，这就是太阳向地球传送的信息，“告诉”地球它本身的存在。

信息虽然不是物质也不是能量，但与物质和能量的关系十分密切。一方面信息的产生和接收是物质客体；另一方面信息的传输和存贮也必须以物质为载体，同时伴随着能量的发生。比如，我们从电视中收到的信息，就是通过电磁波这个物质载体，同时伴随电磁能的发生和传递。物质和能量是获取信息的基础，信息又驾驭和控制物质和能量的运动。因此，我们在研究系统时要从物质、能量和信息的有机联系、相互作用和有序化运动中去认识。

## 第二节 系统的概念

在人类认识客观世界的历史进程中，一般系统概念的形成及其理论的研究，是现代科学史中具有划时代意义的重大事件。现代科学的一切领域，都离不开系统概念。系统概念是现代科学思维最重要的基本概念之一。

### 一、系统与要素

系统(system)一词，源出古希腊语，有“共同”和“给以位置”的含义。在日常口语和学术用语中，“系统”一词出现的频率甚高。

系统是无处不在、无所不包的。比如，人体就是一个系统，它又有神经、呼吸、消化、循环、运动、生殖等许多分系统；地球上植物、动物、微生物和非生物物质组成各种系统；宇宙则是由天体、星系、星际物质等许多系统组成的无所不包的系统。而构成上述系统的物质又都可分割为分子、原子、基本粒子等微观小系统。一部机器、一个企业、一个家庭以及各级