摇图书在版编目（悦摇）数据

摇系统工程方法与应用 辖黄贯虹，方刚编著 郾–广州：暨南大学出版社，圆摇
摇陨杂叠晕 园原愿园怨原缘
摇Ⅰ郾系…摇Ⅱ郾①黄…②方…摇Ⅲ郾系统工程摇Ⅳ郾晕园缘

摇中国版本图书馆 悦摇数据核字（圆摇 第 园摇号

出版发行：暨南大学出版社

地摇址：中国广州暨南大学
电摇话：编辑部（园圆圆）
营销部（园圆圆）（邮购）
传摇真：（园圆圆）（办公室） 摇（营销部）
邮摇编：
网摇址：

排摇版：暨南大学出版社照排中心
印摇刷：

开摇本：
印摇张：
字摇数：
版摇次：
印摇次：
印摇数：

定摇价：

摇（暨大版图书如有印装质量问题，请与出版社营销部联系调换）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目摇录

前摇言 …… (员

第一章摇系统科学概述 …… (员
第一节摇系统科学的形成与发展 …… (员
第二节摇系统的基本概念与特征 …… (远
第三节摇系统科学若干学科简介 …… (圆苑

第二章摇系统工程思想 …… (源愿
第一节摇系统工程概述 …… (源愿
第二节摇系统工程方法论 …… (缘源
第三节摇系统分析与设计 …… (远员
第四节摇系统模型与模拟 …… (苑缘

第三章摇层次分析法 (粤粤孕) …… (苑愿
第一节摇粤粤孕概述 …… (苑愿
第二节摇基本原理和方法 …… (愿园
第三节摇粤粤孕计算 …… (怨猿
第四节摇环保分析实例 …… (员园远

第四章摇灰色系统理论及其应用 (限
——灰色关联度分析方法 …… (员园远
第一节摇灰色系统概述 …… (员园远
第二节摇灰色关联分析 …… (员源愿

第三节 其他关联分析法 …… (
第四节 赤潮研究实例 …… (

第五章 灰色系统理论及其应用 (
——灰色系统建模方法 …… (
第一节 灰色系统模型 …… (
第二节 预测(灰)建模与应用 …… (
第三节 预测(灰)建模与应用 …… (

第六章 系统辨识方法 (
——数学模型描述形式 …… (
第一节 系统辨识概述 …… (
第二节 系统辨识的数学模型 …… (

第七章 系统辨识方法 (
——现代系统辨识方法 …… (
第一节 现代系统辨识概述 …… (
第二节 模型结构辨识 …… (
第三节 最小二乘辨识方法 …… (
第四节 最小二乘递推算法与改进 …… (

第八章 系统的动态优化 …… (
第一节 系统优化概述 …… (
第二节 低阶系统的优化 …… (
第三节 二次线性系统的递阶优化 …… (

参考文献 …… (

前摇言

人类举世瞩目的阿波罗登月计划与当今壮观的长江三峡水利工程，都是现代系统工程的巨作。系统工程（[illegible]）作为系统科学的一门实践技术学科，虽然从它的诞生到发展至今只有半个世纪，但已形成了自身的理论体系。系统工程既是探索各种工程系统之间带有普遍联系的学科，也是各学科理论间相互渗透、相互联系、相互作用的结果。现在，系统工程的研究对象已由工程系统扩展到社会经济系统、乃至自然环境生态系统，其应用面之广泛而有效，令人振奋，因此已成为热门的边缘学科。经济的腾飞，要靠科学技术的猛进，作为一门新兴的组织、管理和协调技术的软科学——系统工程，如何取代“拍脑袋”决策的管理方法，是普及并深化系统工程知识的目的所在。

由于系统工程的理论、方法及其应用涉及面非常宽广，因而无法在一本书或一本教材中全面而详细地阐述。基于这一点，本书首先通过对系统科学体系和系统工程思想的描述，结合系统科学若干分支学科的简介，以求宏观综述系统工程的方法，加强读者对系统工程的应用意识。然后结合编者相关课题项目，向读者系统介绍几种较为流行的系统工程方法：一是用于多目标管理与决策的层次分析法（[illegible]）；二是面向“灰色”系统建模方法的灰色系统理论；三是针对具有“黑箱”特性的系统辨识；四是系统的动态优化。本书并非以运筹学的方法作为系统工程的核心，而是始终以系统为中心，延伸至系统工程，再结合系统具有层次性、灰色性和“黑

箱”性等特征，深入到建立系统模型及其优化的方法与应用。同时，本书内容组织的另一个特点是，读者只需具备相关高等数学的知识，就可通读本书的内容。

本书第一、三、四、五、八章由黄贯虹编写，第二、六、七章由方刚编写。

本书可作为理工和管理专业大学本科生的教材，也可作为相关专业研究生的教学参考书，还可作为相关科研及工程技术人员的参考资料。

在本书编写过程中，华南理工大学系统工程专家黄昭庆教授给本书编者提出了许多宝贵的建议。本书的出版，也得到了广东技术师范学院的大力支持。在此一并致以诚挚的谢意。另一方面，由于编者水平有限，本书难免存在疏漏之处，诚请同行和读者指正。

编者

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章摇系统科学概述

我们不能只限于知道该怎么做，而不知道为什么该这么做。系统科学（[illegible]）能够告诉我们，它就像一个巨大的天体黑洞，吸进人类几乎所有的聪明智慧，把各种各样的科学凝聚在一起，形成一股超级科学[illegible]链，它将复制宇宙。

第一节摇系统科学的形成与发展

毫无疑问，科学促进了社会的发展，但同样不容忽视，社会的发展也推动着科学的进步，这种“相辅相成，两条腿走路”的共同发展模式将永久持续。进入[illegible]世纪以来，由于大工业、大工程、大科学、大组织的不断涌现，研究和处理这些复杂系统问题，仅仅依靠传统的科学理论和方法就显得远远不够了。

运筹学应该是第二次世界大战的副产品。从运筹学的产生到发展至今，始终围绕着两大方面的问题——理论问题与技术问题进行探讨。其中理论问题强调怎样将定性分析与定量分析相结合，以求获得——在一定的条件下——找出解决问题的最好办法，其核心问题在于寻求定量分析的方法。定性分析虽然是定量分析的导向或指南，但定量分析最终是定性分析的结果和依据。事实上，运筹学也正是在这种思想方法的基础上建立起来的，而定量分析的根本当属数学问题了。另一方面，要争取时间，提高效率，就必须发展自动

化技术，而通信技术又是信息来源快捷准确的保障，两者构成了上述所谓的“技术问题”。

扩大应用面是运筹学发展的另一主要方向。正像一把锤子，它产生的开始很可能只是单一地用于敲、砸石头而已，显然，后来它的使用不但广泛而且普遍，还有许多的用具是由它衍生而制成的。这一简单而又具有普遍性的道理，很适合对许多学科发展过程的比喻。总之，任何一门科学技术一旦被作为一种工具使用，那么，它将被人类千方百计地推广到社会的各个领域，这正是应用科学的思想精髓。

如果说任何事物总是表现为“相互依存，相互矛盾”的话，这种关系的区别只是表现为强弱而已。那么运筹学本身的理论问题与伴随而来的两大技术问题之间的关系也不外乎如此。作为一门决策技术的基础理论——运筹学，由于两个技术问题的制约，以及怎样利用解决这两个技术问题的方法——控制论和信息论，所以运筹学在被应用于解决问题时，仍缺乏普遍性、系统性和宏观性的方法。但不可否认的一点是，运筹学本身也像其他任何学科一样，是在永无静止地充实、完善和发展着的。

正是在这种情况下，一门组织、管理和协调的技术学科——系统工程应运而生。当然，有些国外专家和学者并不认为系统工程与运筹学有多大的区别，而是认为系统工程是运筹学的另一种叫法。20世纪50年代以来，西方学者对定量化系统方法的实际应用相继取了许多不同的名称，如运筹学、管理科学、系统工程、系统分析、系统研究、费用效果分析等等。他们所谓的运筹学，是指目的在于增加现有系统的分析工作；所谓管理科学，是指大企业的经营管理技术；所谓系统工程，是指设计新系统的科学方法；所谓系统分析，是指对若干可供选择的执行特定任务的系统方案进行比较选择；如果上述选择比较着重成本费用方面，即所谓费用效果分析；所谓系统研究，是指拟定新系统的实现程序。由于历史原因形成的这些名称，被认为是混淆了工程技术与其理论基础、技术学科的区

别，用词不够妥当，认识也不够深刻。

用定量化系统方法处理大型复杂系统问题，无论是系统的组织建立，还是系统的经营管理，都可以统一地看成是工程实践。“工程”（[illegible]）这个词，是19世纪在欧洲出现的时候，是指作战兵器的制造和执行服务于军事目的的工作。从后一种含义引申出一种更普遍的看法，把服务于特定目的的各项工作的总体称为工程，如水力工程、机械工程、土木工程、电力工程、电子工程、冶金工程、化学工程等等。如果这个特定目的是系统的组织建立或是系统的经营管理，就可以统统看成是系统工程。于是，国内有专家和学者把国外所称的运筹学、管理科学、系统分析、系统研究以及费用效果分析的工程实践内容，用系统概念统一称为系统工程；而把国外所称的运筹学、管理科学、系统分析、系统工程、系统研究及费用效果分析的数学理论和算法统一称为运筹学。

显然，前面对系统工程产生的分析及观点，认为运筹学应是系统工程的一部分。因为任何一门应用学科都应是由基础理论和应用的实践内容两个部分所组成，不论是运筹学还是系统工程也都是这样的。关键在于，运筹学更注重微观分析，而系统工程则更注重整体的系统分析，并且在有必要的时候，能引用控制论和信息论的方法，处理具有自动化和通信两大技术问题为因素的系统问题。从宏观而论，用控制论和信息论的方法定量化研究与分析具有某些特定功能的大型复杂系统问题，也是系统工程的重要课题之一。同样是作为一门组织、管理和协调的技术学科，系统工程无疑是内容丰富、应用更广泛且更具有系统性的。

下面，让我们回头看看上述两大技术问题。所谓自动化技术，是指在生产、管理和科研过程中，为了达到预定的目标，在没有人的直接干预下，用自动机器或者自动系统，按照预定的程序代替人力来操纵，以提高工作效率，减轻人的劳动强度。显然，要实现自动化，就必须研制自动控制装置，运用系统的理论和方法把系统的各个部分连接起来，使人工系统实现自动运转。于是，便形成了有

关自动化技术的理论，也就是自动控制理论。当然，最初的自动化只不过是单个设备的自动化，后来，才逐渐发展为综合自动化甚至智能自动化。比如，工业生产中的自动生产线就是一种综合自动化。随着电子技术的飞跃发展，目前人类的自动化技术已经达到了相当高的程度。

通信技术研究的是系统中的信息转换和传输问题。人类的通信技术虽然可以追溯到远古时代，但通信技术的迅速发展还是近百年的事情。特别是无线电通信技术、微波通信技术、卫星通信技术和光纤通信技术的产生，结合现代计算机技术，使现代通信技术变得越来越广泛、越来越复杂。因此，设计、制造和管理这些通信网络不仅需要有复杂的电子技术、精密的机械技术，而且必须用系统的观点加以分析和处理，这就使得通信技术变成了系统科学中的一门工程技术。

随着一类新的工程技术——系统工程——的产生，不断提高对系统的认识，就成了一种必然的结果。任何一门科学技术均有其严格的研究方法论，这种方法论与其哲学体系是息息相关的。人类朴素的系统思想尽管在很早以前就产生了，但是，在系统科学逐步形成以前，一种取代古代朴素的系统思想的机械论，仍无法上升到科学的系统观。系统观也叫做系统哲学，是关于一切系统的共同特征和规律的科学，是关于系统的一般哲学观和方法论，属于应用哲学的范畴。当然，科学的系统观还正处于形成之中，但是，它的形成应当是从一般系统论开始的。

如果说，运筹学的产生就预示了系统科学的诞生，那么，系统工程理论及其应用的实践内容的确定则是系统科学诞生的标志。然而，一开始，系统工程理论本身作为研究系统的一门技术并非无所不能，尤其是对生命系统的研究，不仅缺乏对生命现象的理论解释，更缺乏对其分析和研究的方法。这正预示了系统科学领域的分支学科需要不断的扩充和发展，以求对系统工程提供理论方法的指导。

一般系统论也正是在这种情况下产生的，它与理论生物学的发展密切相关。生物学史上长期存在着机械论与活力论之争。机械论认为，人和动物都是机器，它把生命的本质归结为物理和化学过程，认为仅仅依靠物理和化学方法就可以弄清各种生命现象。而活力论认为，生物体里存在着一种支配生命的“活力”，这种活力是一种非物质的东西，是不能进行物理和化学分析的。显然，这两种说法都是错误的。

那么，应该怎样来解释生命现象呢？以奥地利生物学家贝塔朗菲为首的一批科学家认为：应该把生命看成一个有机的整体，强调生物的自至性、独立性和系统整体性。从而开始了机体系统论的研究，后来，贝塔朗菲又把机体系统论扩展到生物学以外，创立了一般系统论。[illegible]世纪 [illegible]年代，贝塔朗菲联合一些科学家成立了“一般系统研究会”，创办刊物、著书立说。不久，国际上掀起了一股系统论的研究热潮，相继产生了各种系统理论，例如耗散结构理论、协同论、超循环理论、生命系统论、突变理论等等，从而形成了系统科学中的各个重要分支学科。当然，随着人类社会的发展和科学技术的进步，将会产生更多研究系统的理论方法，不断扩大系统科学的内容，并且各门学科将不断被加以丰富和充实。

图 [illegible]显示了系统科学发展至今的主要分支学科及其关系，并且主要的研究工具及手段是基础数学和计算机。另一方面，突变理论虽是系统科学的主要分支学科之一，但是它和模糊数学一样，是研究耗散结构、协同论、超循环理论和生命系统等学科的重要工具和手段。

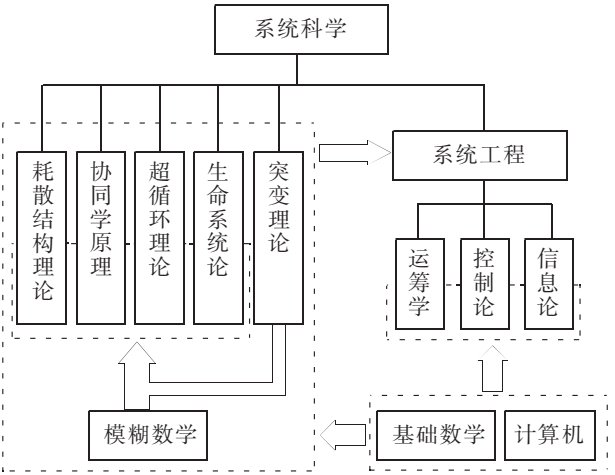


图 员原5摇系统科学体系框图

第二节摇系统的基本概念与特征

了解系统科学的形成和发展背景，固然对系统科学思想的认识是重要的，但若要了解系统科学本身，则应从系统科学中最重要的概念“系统”开始。正因为系统科学是分析和研究系统的科学方法论，所以说，对系统的认识，是系统科学的中心和基点。虽然人类对系统很早以前就开始有所认识，但只有在这种认识上升到理论阶段，才标志着系统科学的开始。

一、系统概念

系统是具有特定功能的、相互间具有有机联系的诸多要素或单元（[illegible] 所构成的整体。系统，源自古希腊语，有“共同”和“给以位置”的含义。在《韦氏大辞典》（[illegible]）中

需要全本请访问 www.ertongbook.com

“系统”一词被解释为“有组织的或被组织化的整体；结合着整体所形成的各种概念和原理的综合；由有规划的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素集合等等”。在日本工业标准（[illegible]）中，“系统”定义为“许多组成要素保持有机的秩序，向同一目的行动的东西”。一般系统论的创始人贝塔朗菲把“系统”定义为“相互作用的诸要素的综合体”。美国著名学者阿柯夫认为，系统是由两个或两个以上相互联系的任何种类的要素所构成的集合。因此，系统不是一个不可分解的要素，而是一个可以分成许多部分的整体。

例如，对于一个生产企业系统来说，“产、供、销”是构成生产企业系统的三大要素。这个系统是以生产要素为中心和市场营销为导向运行的，但是若没有原材料、能源等的供应，那么，生产就无法保障。同理，产品销售若跟不上，则生产也无法维持。因此说，一个生产企业系统的营运是依靠“产、供、销”配套成龙而进行的，它运行的目的就是获取最大利润。虽然产、供、销各有其特点和功能，但正是它们之间所存在的上述关系，为达到同一目标而构成了一个不可分割的整体。当然，在分析研究这个系统时，可以根据“产、供、销”所具有的不同功能分别看作整个系统的三个子系统，如图 [illegible] 所示。

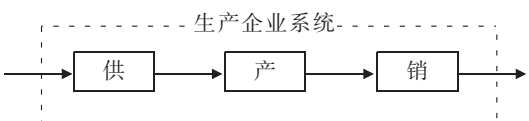


图 [illegible] 企业生产系统过程

综上所述，一个形成系统的诸要素的集合永远具有一定的特性或者表现一定的行为，而这些特性或行为是它的任何一个部分都不能单独具备的。系统是一个由许多要素所构成的整体，但从系统功能的观点来看，它又是一个不可分的整体，如果硬把系统拆开，那

么它将失去其原来的性质。

在物质世界中，一个系统内的任何部分都可以被看成一个子系统，而每一个子系统又可以成为一个更大规模系统中的一部分。这是一种系统分析的思想方法。但在现代社会，人们倾向于把事物看成为一个大系统中的一部分，而不是把整体拆分成许多互不联系的局部，这是一种综合的思想方法，即系统方法。

系统是一切事物的存在形式，系统的运行过程也正是一切事物的生命过程。所以说，对系统的认识，是培养对物质世界中一切事物认识的整体、系统思维方法的关键。

但是，如果就事物本身存在而论，就没有单独地把它作为系统来研究的必要。只有当我们不仅仅要认识它的存在，而且还要考虑达到与此同样的目的，确定有没有更好的方法去改变它时，才出现了系统的意义。

二、系统三要素

一个机组、一个工厂、一个部门、一项计划、一个研究项目、一种组织、一套制度等都可以看作为一个系统。系统具有输出某种产物的目的，但它不能无中生有，也就是说，必有输入经过处理才能得到输出，输出是处理的结果，代表系统的目的。处理是使输入变为输出的一种活动，一般由人与装备分别或联合进行。于是，我们说输入、处理、输出是系统的三大基本要素。显然，如果输入原材料，经过加工或作业得到的产品作为输出，即为生产系统。一项计划也可视为输入，经过执行后，就是处理，得到结果即是输出，属于管理系统。然而执行后的成果不一定都是理想的，此时可以利用考核，校验、修改计划，加强执行，这些在系统中称为反馈或回授（[illegible]），如图 [illegible] 所示。

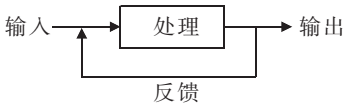


图 员原遥遥反馈系统基本结构图

三、系统特性

作为一个系统，从其概念和意义可以表现出它有如下四个最主要的基本特征。

员、系统的集合性

任何一个系统，都是由两个或两个以上互有区别的单元或要素互相、有机地结合起来完成某一特定功能的综合体。

圆、系统的相关性

所谓系统的相关性，就是指系统的各要素之间、要素与系统整体之间以及系统与环境之间的相互联系和相互作用。系统正是通过这三个方面表现了系统的相关性。

首先，系统的相关性表现在要素之间。英国生物学家达尔文早就发现，在三叶草、土蜂、田鼠和猫之间，存在着一种有趣的关系。三叶草靠土蜂传授花粉，因此，三叶草的繁殖，直接受土蜂多少的制约。但达尔文又发现，土蜂的多少在很大程度上又由田鼠的多少来决定，因为田鼠吃土蜂，并且常常毁坏它们的蜂房。而靠近村镇的地方有很多猫又靠捕捉田鼠过日子，所以，猫的多少又决定着田鼠的数量。这样，猫、田鼠、土蜂和三叶草就构成一个互相维持生命过程的生态系统。在这个系统中，田鼠和猫、田鼠和土蜂之间是冲突的关系，土蜂和三叶草之间是互利关系。它们之间的这些关系，就首先反映了系统内部要素与要素之间的相关性。其实，世上的任何系统都是这样的。

其次，系统与要素之间的相关特性，表现为系统依赖要素，而要素是构成系统的基础。要素的性质和功能，直接影响着系统的性

质和功能。系统与要素的关系还表现在：系统对要素具有支配、控制和协调的作用。不但每个要素的特性和功能离不开系统整体，而且，要素之间的关系也是由系统决定的。例如，一个企业是由许多子系统组成的，但是这些子系统的活动，都是受企业整体的目标制约的。财务部门监督与控制各部门的开支，是为了降低企业的经营成本；质检部门对各道工序进行严格的质量检验，是为了保证产品进入市场竞争的质量。而这一切，都是为了提高企业的经济效益，正是这个整体目标制约着企业的各部门、各车间之间的相互关系。

再者，系统的相关性，还表现在系统与环境之间的相互关系。所谓环境，就是指系统受周围影响的一切因素和条件。事实上，环境和系统是相对而言的，环境是系统以外的系统，即系统是环境这个大系统的子系统，是从环境中分离出来的一个单位。

獬系统的目的性

要研究任何一个系统，都是为了达到某一目的，而且往往不是单一的目的。世界上，万事万物的发展变化都有目的性吗？人的活动具有目的性，这是毫无疑问的。可是，说其他事物的发展变化也有目的性，这却是科学史和哲学史上一个长期争论不休的问题。人们之所以要争论这个问题，就是因为：人们要认识世界，就要探讨事物产生、发展和变化的原因，就要回答各种“为什么”和“为了什么”的问题，也就是要摸清事物发展和变化的目的性。

世界上万事万物都在有规律地运动变化着。比如，行星在按照自己的轨道运行；草木的发芽、生长和结籽；动物的出生、觅食和繁殖。他们的活动都指向一个目标，那就是维持自身和种族的存在，好像有一个预定的目的支配着万事万物的发展变化。

最早对事物的目的性进行研究的，大概要算古希腊的著名哲学家亚里士多德了。他认为不但人的活动具有目的性，而且世上一切事物的发展变化都有目的性。他认为事物的目的性就是事物的自然本性，自然本性是事物产生和存在的原因。任何事物都有一定的自然本性，并且按照这种自然本性来活动，这就意味着一切事物的发

展变化都有目的性。从亚里士多德的这些观点可以看出，把事物拟人化，并且把事物的目的性同自然本性等同起来，这显然是不科学的。

亚里士多德的这些观点，后来被中世纪的宗教哲学引向了极端，发展成为神学目的论。就像牛顿建立了万有引力定律，并以此解释地球绕太阳转的现象，但对地球绕太阳运转的初速度，归为上帝之手的相助。按照神学目的论的观点，世界上一切事物都是由上帝制造出来的，任何事物都跟人类一样具有目的性。例如，人长睫毛是为了保护眼睛，动物长皮毛是为了保温，等等。而这一切都是受上帝支配、安排的，把无知事物归为万能的上帝所知，是神学论的主要手段，这使科学技术在相当长的时间里没有多大的进展。

到了近代，神学目的论逐渐被机械论的世界观所代替，但是，这个时候，人们的认识又从一个极端滑向另一个极端。机械论的世界观把一切生物和人都看成机器，不但否定无机物、有机物和生物的目的性，而且否定人的目的性，把人和机器混同起来。每个人在实践中都能够体验到自己行动的目的性，不仅人同机器有本质的区别，就是一般的生物也不能同机器混为一谈。生命有机体可以在自然界生长出来，但是自然界里生长不出机器来。虽然复杂的机器系统可以达到很高的自动化程度，但是，机器在本质上都是被动系统，它要靠人来操纵，而且机器本身也不能繁殖机器。而人和动物在本质上都是主动系统，能自己生长和发育，他们的行为都带有很强的目的性。比如，猫扑老鼠，目的是为了捉住它；人下了班赶快回家去，是为了吃饭和休息，等等。这些都使机械论的世界观由于完全否定事物的目的性而陷入困境。于是，事物的目的性问题，又成为近代科学和哲学研究的一个重要课题。

后来，达尔文创立了进化论，用了大量的事实证明：物种是由无机物进化而来的，物种也不是固定不变的，而是在不断进化的；深刻地揭示了生物演化是物种与环境相互作用的结果。这就为科学地探讨事物的目的性问题打下了坚实的基础，而现代生物学的迅速

发展，又为这一探讨提供了良好的条件，系统科学家正是在这个基础上，提出了关于系统目的性的理论。

那么，什么叫系统的目的性呢？系统科学认为，所谓系统的目的性，就是系统的目标指向性、针对性或者方向性。按照系统论的创始人贝塔朗菲的说法，系统的目的性也叫“果决性”。“果”是结果，“决”是决定。果决性就是结果决定原因的意思。这并非有悖于“原因决定结果”的通常思维方法，而是体现了系统科学是从系统的整体上来看待事物的因果关系的。

原因决定结果，属于传统单因素分析法，这种方法是把整体分解为部分，认为单一的原因决定了单一的结果，也就是有一因必有一果，或者有一果必有一因。但事实上，事物之间的因果关系是很复杂的，一般都不是一个原因对应一个结果。有的是一种原因导致多种结果，例如，由于下雨，旱地里的庄稼长得旺盛了，可涝洼地的庄稼却被淹没了，同时，场院里晒的粮食发霉了，而池塘里的青蛙和鱼虾更加活跃起来，等等，这一切都是由下雨这同一个原因引起的；有的是多种原因导致一个结果，比如，一辆汽车出了事故，原因可能是多方面的，如天太黑、司机疏忽大意、道路太滑、行人太多等等；有的是多种原因导致多种结果，例如，一个工厂由于管理得当、设备良好、原料及能源充足等多种原因，结果生产效益高、职工平均收入增加，同时技术革新也取得效果，等等；有的异因同果，比如，吃饭或打葡萄糖液都可以使病人得到营养；有的同因异果，比如，青霉素针剂对大多数病人的消炎是非常有效的，但对某些病人来说，甚至会引起致命的过敏反应而禁用；还有的事物互为因果，比如，热能够引起燃烧，但反过来，燃烧又可以产生更多的热能。可见，事物的因果关系是相当复杂的。

系统科学认为：事物的因果关系之所以会这么复杂，就是因为在每个系统内部、各个要素之间，以及要素与系统、系统与环境之间都存在着相互联系和相互作用的关系，原因和结果也是相互联系、相互作用和相互转化的，不但原因可以决定结果，结果也可以

需要全本请访问 www.ertongbook.com