

第一篇

基础概念

系 统

第 1 章

1.1 系统的概念

1.1.1 系统是什么

系统的概念，我们并不陌生。我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给它赋予不同的含义。长期以来，系统概念的定义和特征的描述没有统一规范的定论。我们采用下述描述性定义：系统是由相互联系和相互制约的若干组成部分结合成的、具有特定功能的有机整体。

这个定义可以从三个方面理解：

(1) 系统是由若干元素组成的。这些元素可能是一些个体、元件、零件，也可能本身就是一个系统（称为子系统）。例如，鼻、咽、喉、气管、支气管、肺等器官构成人的呼吸系统。呼吸系统又是人体系统的一个子系统。

(2) 系统有一定的结构。一个系统是其构成元素的集合，这些元素相互联系、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，钟表由齿轮、发条、指针等零部件按一定的方式装配而成，但一堆齿轮、发条、指针随意放在一起却不能构成钟表。人体由各种器官组成，但各个器官简单拼合在一起不是一个活人。

(3) 系统有一定的功能，特别是人造系统总有一定的目的性。功能是指系统与外部环境相互联系和相互作用中表现出来的性质、能力和功效。系统的组织方式，正是为了适应这种功能和目的要求。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收集、传递、储存、加工、维护和使用，辅助决策，帮助企业实现目标。

虽然系统的定义形形色色，但都包含了这三个方面。因此，这三点是定义系统的基本出发点。

我们稍加分析，可以发现“系统”一词几乎从不单独使用，而往往与一个修饰词组成

复合词 如前面提到的“ 消化系统 ”“ 教育系统 ”“ 生物系统 ”等等。前面的修饰词 如 “教育”、“ 生物” 等，描述了研究对象的物质特征，即“ 物性”(thinghood)；而“ 系统” 一词，表征所述对象的整体特征，即“ 系统性”(systemhood)。对某一具体对象的研究，既离不开对物性的讨论，也离不开对系统性的阐述。系统科学研究所有实体作为整体对象的特征，如整体与部分、结构与功能、稳定与演化，等等。切克兰德(Checkland)指出，系统科学所讨论的系统，既代表了现实中可以观察到的作为一个复杂整体而存在的实体，又用来描述一个抽象的整体。当系统作为一个整体的抽象概念使用时，它是一个认识工具，可以用它来感知和表示现实世界中的系统。他认为应该用“ 整元”(holon)的概念来描述一个抽象的整体，用以区别日常语言中用来描述现实实体的“ 系统” 一词，提出了建立“ 整元” 基础上的系统认识论。“ 整元” 一词，较恰当地描述了一个系统在一个层次结构中的特性。即任何一个系统既是由许多部分构成的整体，又是更大一个系统的元素。任何整元都位于这样一个层次结构中的某一特定层次。这样，系统认识论就构成一个连贯的整体，对世界的认识就成为一个不断循环的过程，如图 1.1 所示。

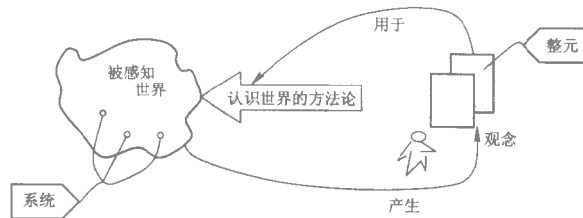


图 1.1 系统是认识世界的工具

1.1.2 系统的分类

系统有各种形态，可以从不同角度将系统分类。

1. 按系统的复杂程度分类

系统思想诞生于人类应付日益增加的“ 有组织的复杂性” 的尝试。博尔丁(Boulding)按复杂程度把系统分成 9 个等级。从复杂程度较低的框架结构，到最复杂的超越知识的超越系统(transcendental systems)，如图 1.2 所示。底层三级是物理系统，中间三级是生物系统，高层三级是最复杂的人类社会及宇宙系统。我们将要讨论的信息系统属于最复杂的社会文化系统。

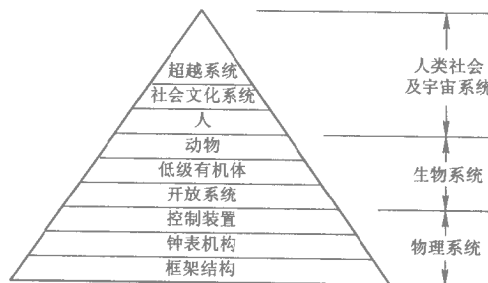


图 1.2 系统复杂性等级

2. 按系统的起源分类

按系统的起源不同，可以分为自然系统和人工系统。人工系统包括：人工物理系统、人工抽象系统和人类活动系统三种类型。

从物理学中描述的亚原子系统，到地球上的山川河流、生命系统，直至银河系统，都是自然系统。自然系统是进化形成的不可还原的整体。只要宇宙的式样和规律不是反复无常的，这些系统就不能是别的样子。太阳总是从东方升起，彩虹的颜色总是同一花样。这是自然系统的显著特征。

人工物理系统起源于人类的某个目的，是为某个目的设计出来的，它的存在也是为了服务于该目的的。锤子、电车、空间火箭是人工物理系统。人为了钉钉子而设计和制造了锤子。锤子有一定的物理形态，而且一旦形成则不易改变。

人的设计能力不限于建造物理的人造物。我们可以看到大量被描述为人工抽象系统的东西，如数学、诗歌和哲学。它们代表着人类有序的有意识的产品。它们本身是抽象系统，有了书、磁带、蓝图等人工物理系统作为载体，才为人们所把握。它们也是与某个目的有关而存在的，例如为了扩大知识。

人类活动系统 (human activity system) 是有目的的人类活动的集合。这类系统起源于人的自我意识。人类活动系统与自然系统、人工物理系统的根本差别在于，后者一旦显现出来，就再也不能是别的样子，而人类活动系统往往不会有惟一的（可检验的）认识，观察者可根据其世界观不同而有不同的理解。当然，人类活动系统离不开其它一些系统。例如，铁路是人类活动的场所，就与人工物理系统铁路网、火车站、铁轨、机车补给站等联系在一起。

四类系统如图 1.3 所示。

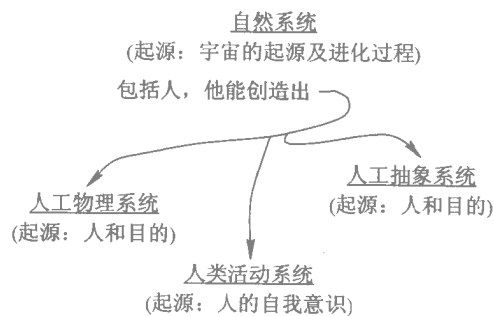


图 1.3 自然系统与人工系统

3. 按系统的抽象程度分类

按系统的抽象程度，可分为概念系统、逻辑系统和实体系统。

实体系统又称为物理系统 (physical system)，是最具体的系统。它是完全确定的系统，其组成部分是完全确定的存在物，如矿物、生物、能量、机械、人类等实体。如果是计算机系统，那么机器型号、终端数目、分布位置、软件方面的操作系统、编程语言等等都已完全确定。实体系统是已经存在或完全能实现的，所以又称为实在系统。

概念系统 (conceptual system) 是最抽象的系统。它是人们根据系统目标和以往的知识构

思出来的系统雏形。它虽然不很完善，也有可能不能实现，但它表述了系统的主要特征，描绘了系统的大致轮廓。

从抽象程度讲，逻辑系统(logical system)介于概念系统与实体系统之间。

这样划分系统，可以帮助我们在构造系统时由浅入深，阶段明确，步骤清楚。研制信息系统的过程，是一个“具体—抽象—具体”的过程。通过对现行系统进行初步调查，明确新系统的目标和功能框架，这就是概念系统，或称为概念模型。在系统分析阶段，通过对现系统的详细调查，并参考对新系统的目标要求（即概念模型），构造出新系统的逻辑模型。与概念模型相比，新系统的逻辑模型更具体了。总体规划对系统的结构只划分到子系统，数据只区分为“类”，而系统分析阶段则把子系统内部结构具体化了，数据之间的关系更明确具体了。在论证和确定逻辑模型的基础上设计出来的物理模型，是将子系统划分为层次结构的功能模块，这时数据存储的数据库结构也就设计出来了。系统实施阶段的结果则是交付用户一个可实际运行的系统，即实体系统。

4. 按系统与环境的关系分类

按照系统与环境间的相互关系，可将系统分为开放系统与封闭系统两类。开放系统是指与其环境之间有物质、能量或信息交换的系统。封闭系统与环境没有任何物质、能量和信息的交换。开放系统还可以进一步区分为：只有能量交换的系统，同时进行能量、物质交换的系统，以及有物质、能量和信息交换的系统。若忽略落下的流星和宇宙尘埃，地球与其环境只有能量交换。生命系统、社会系统都是开放系统。物质、能量、信息的交流，对生命系统和社会系统具有重要的意义。严格地讲，现实世界中没有完全意义上的封闭系统。因此，对系统的开放性和封闭性不能绝对化。

系统具有边界，边界划分系统与环境。边界可以帮助我们理解开放系统与封闭系统的区别。封闭系统具有不可贯穿的边界，而开放系统的边界具有可渗透性。

1.2 系统的特性

1.2.1 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。

系统整体性指的是，系统是由若干要素组成的具有一定新功能的有机整体。各个要素一旦组成系统整体，就具有独立要素所不具备的性质和功能，形成新的系统的质的规定性，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凑合在一起，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”中才能体现它具有的意义。正如黑格尔所说的，一只手如果从身体上割下来，按照名称虽然可以叫做手，但按照实质来说，已经不是手了。其次，构成系统的要素所具备的内在根据，只有在运动过程才得以体现。钟表的各个零部件不仅要有一定的关系有机地组合在一起，上紧发条，而且与标准钟校准后，它的报时才有意义。整体的有机性，不仅表现为内部要素的联系，也表现为它与外部

环境的联系。亚里斯多德的名言：“整体大于它的部分之和”，精辟地指出了系统整体性的本质，强调整体不是各部分的简单累加。从“质”的方面讲，整体具有其构成要素所没有的性质。从“量”方面讲，整体可以大于、等于或小于其部分之和。“三个臭皮匠，赛过诸葛亮”，皮匠虽说不才，但若同心同德，群策群力，就能赛过足智多谋的诸葛亮。当系统要素协同配合时，将发挥出好的作用和效益。这就是整体大于部分之和。但整体也可能小于部分之和。“一个和尚挑水吃，两个和尚抬水吃，三个和尚没水吃”。这是整体小于部分之和的通俗说明。拿破仑曾经把法国骑兵和马木留克骑兵作比较，前者骑术差但有纪律，善于互相配合和协同作战。后者骑术精良、善于单个格斗，但没有纪律又不善于互相配合和协同作战。拿破仑认为：两个马木留克兵绝对能打赢三个法国兵，一百个法国兵和一百个马木留克兵势均力敌，三百个法国兵大都能战胜三百个马木留克兵，而一千个法国兵则总能打败一千五百个马木留克兵。在这例子中，法方是整体大于部分之和，而马木留克方则是整体小于部分之和。无论整体大于或小于部分之和，都与亚里士多德的话不矛盾，都是对认为系统只是各部分简单累加这种形而上学偏见的否定。

系统的整体性是由系统的有机关联性作保证的。一方面，系统内部诸要素相互关联、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 P_i 处于两个不同的关系 R 、 R' 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，但分子排列不同，二者的硬度有很大的差别。另一方面，系统与外部环境有物质、能量、信息的交换，有相应的输入和输出。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素质，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色。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。但是，古代朴素的整体观，缺乏对各部分的分析，这是一种致命的缺陷。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辉煌成就的。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，是一种只见树木而不见森林的片面观点。

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。这是我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。

1.2.2 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，使系统组织在地位和作用、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。

我们知道 系统是由要素组成的。但是，一方面 系统又是上一级系统的子系统（要素），

而这上一级系统又是更上一级系统的要素。另一方面，这一系统的要素却是由低一层的要素组成的，再向下，这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。可见系统的层次区分是相对的。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。系统功能则是指系统与外部环境（它的上层系统）相互联系和相互作用的秩序和能力。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。

在分析系统的时候，必须注意系统的层次性。把握了这一点，可以减少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括着复杂的结构。一般来说，高一层结构对低层结构有更大的制约性。低一级的结构是高一级结构的基础，反作用于高一级结构。从层次的观点看，“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”方法是指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，我们只了解外界对它的输入、输出，而暂时不打开这个箱子了解其内部结构。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”。

1.2.3 系统的目的性

系统的目的性是系统发展变化时表现出来的特点。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，必须依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到预期状态。人工系统的目标，实际上是事先确定的人为目标，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物理条件，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，还可以用一定状态的终态来表示，用现实状态与发展终态的差距来表示。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路是：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，于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。

1.2.4 系统的突变性

系统的突变性，是指系统通过失稳从一种状态进入另一种状态的一种突变过程。它是系统质变的一种基本形式。

突变是一种普遍的自然现象和社会现象。如自然现象中火山爆发、寒流突至，工程现象中桥梁坍塌、河堤决口，社会运动中战火突起、股票暴涨，精神现象中灵感突来，等等。

系统的突变通过失稳而发生，因此突变与系统稳定性相关。突变成为系统发展过程中的非平衡因素，是稳定中的不稳定。当系统个别要素的运动状态或结构功能的变异得到其它要素的响应时，子系统之间的差异进一步扩大，加大了系统内的非平衡性。当它得到整个系统的响应时，整个系统一起行动起来，系统就要发生质变，进入新的状态。

1.3 系统思想的发展

现代系统理论诞生于 19 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，是继相对论和量子力学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始端。也许在文字发明之前，人类就已经自觉不自觉地用原始的系统方式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。

1.3.1 古代朴素的系统思想

在人们自觉认识到系统思想之前，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。

系统思维是我国传统思想的一个突出特点。这种思维方式是中国古代文明位于世界前列的一个重要因素，特别是那些组织系统性很高的领域，如天文学、管理学、军事、农学和医学领域，获得了超乎寻常的成果。春秋时期孙武所作的《孙子兵法》运用系统思想从全面战略高度来讨论战争，提出了与现代“综合国力论”相似的理论，用动态系统运筹观点对战争进行了淋漓尽致的分析。2000 多年来，《孙子兵法》一直为中外军事家所重视，拿破仑在战争中经常批读，德皇威廉二世在第一世界大战失败后读到《孙子兵法》时叹息“相见恨晚”。20 世纪 80 年代世界上又掀起“孙子”热，将其思想运用于军事之外的管理领域。公元前 250 年，李冰父子主持修建的都江堰，是一个宏大的防洪灌溉系统工程。他们吸取了前人的经验，巧妙地利用当地的自然条件，把几个相对简单的工程有机地结合起来，获得了任何一项单独工程都不可能取得的效应。都江堰工程使成都平原获得天府之国的美誉。2000 多年前修建的都江堰工程不仅至今受益，而且其设计、施工水平也留给我们许多有益的启示。耗散结构的创始人、诺贝尔奖金获得者普律高津 (I. Prigogine) 指出“中国传统的学术思想着重研究整体性和自然性，研究协调和协和。现代科学的发展……更符合中国的哲学思想。”他指出中国的思想对于西方科学家来说，始终是个启迪的源泉。

现代文明的伟大成就，或许是古人绝对想象不到的。但当人们回首整个人类思想的发展历程时，当科学的发展推动着人们用系统眼光重新看待世界时，人们会惊奇地发现，在

人类文明的两个截然不同的阶段，人们观察世界的基本方式却竟然彼此辉映！这种强烈的感受，在对中国易学的研究中最容易找到。

1.3.2 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伟大的历史奇迹，但由于知识太贫乏，手段太落后，人们缺乏对整体各个细节的认识能力，因而往往只能用理想、幻觉的联系来代替未知的事物内部的关系，用臆想补充缺乏的事实。这种朴素的系统思想带有浓厚的猜测和思辨性质。人们在同大自然的抗争中，逐渐感觉到系统思维还不是寻找生存、改造自然最有效的武器，对分散、零碎的实际问题并不那么卓有成效。在相当多的情况下，只能从最简单、最具体的方式入手。面对具体的现实世界，人们只能将一时难以搞清的事物采取各个击破的方法，一部分一部分地去研究。系统思想和方法便逐渐退到次要的位置。

欧洲文艺复兴运动以后，随着科学思想的觉醒，近代科学开始获得长驱直入的发展，望远镜、显微镜、气压计、温度计、摆钟等相继发明和制造出来。这些发明为人类深入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、生物学等科目逐渐形成独立的学科。尤其是伽例略、牛顿对天体运行和可见物体等宏观领域的开创性研究，使人们更加确信世界是由许多做机械运动的部分相加起来的，就像一架精确的钟表。机械论成为近代科学的一大特征。经典力学的辉煌成就，使很多人深信经典力学的方法是“放之四海而皆准”的真理。不少学者拿机械论的力学观点解释诸如生命、生物、生态和社会等复杂问题。笛卡儿写过一本书：《动物就是机器》，法国学者拉·美特利进而声称《人是机器》，拉普拉斯更把这种机械论推到登峰造极的地步。他认为只要知道某一个时刻自然界中的一切力及组成部分的相对位置，则可以用公式来概括宇宙中一切物体的运动，计算出过去或今后任何一个时刻、任何一部分的运动。这就是科学史上有名的“拉普拉斯决定论”。

机械论的世界观也把世界看成一个整体。但这种整体观并不符合系统思想。机械论立足于一个重要原理：分析还原原理。笛卡尔在《方法谈》中给出了指导人们理智的四条原则：第一条避免“急躁与偏见”，只接受清晰和独特的思想；第二条即分析还原原理；第三条要求从简单到复杂渐次前进；第四条要求进行无一遗漏的完整分析。最有意义的是第二条，它囊括了科学思维方式的首要特征：把正在考虑的难题分成尽可能多和必要的部分，以便更好地加以解决。人们有了分析的工具和手段，对自然界的局部认识取得了长足的进步。人们为光辉灿烂的成就所陶醉，认为只要把研究对象分解开来，对各部分孤立地研究，再把各部分的认识综合起来，就可得到整体的认识。切克兰德称分析还原原理“标示了西方知识传统之特征”，统治西方科学方法达 350 年之久”。其实，翻开今天的教科书，仍可随意找到这一方法。这种偏重于分析的方法有一定的局限性，它只能孤立地掌握世界的部分属性，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大片处女地，给人类文明带来了实惠。在这种历史条件下，系统思想被搁置起来也不难理解了。

1.3.3 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，进入整理经验材料、走向理论综合的发展新阶段，不断从新的水平上揭示了自然界的普遍联系。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。

近代科学方法面临的关键问题是它应付复杂性的能力。笛卡尔的第二条原则，即细分问题并分别考察之是设想这种分解不会曲解所研究的现象。它假定，整体中的组分在分开考察时与它们在整体中发挥功能时完全相同。根据物理学的成功，这些似乎是合理的。但是随着所考察问题复杂程度的增加，近代科学方法表现出某些局限。

长期以来，在生物学中对于生命现象的解释存在着机械论与活力论两种对立的观点。从牛顿以来，机械论在生物学中也占据支配地位。但生物学中很多现象不能用机械论来解释，因此活力论也有重大影响。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。“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。19世纪的化学家分离出能体现生命的物质，即“有机”化合物特征的复杂碳化物成分，这类分子是如此复杂，以至于人们认为只有在神秘的“活力”干预下才能制造出来。有机界与无机界之间存在着一条不可逾越的鸿沟。然而维勒(Wohler)人工合成有机化合物尿素的成功，使活力论受到沉重打击。19世纪末20世纪初，活力论又在生物学中爆发出来。德国生物学家杜里舒 H.Driesch 在海胆胚胎的试验中 将处于分裂为两细胞阶段的海胆卵切成两半，让每个细胞独立生长，希望能得到变态初胚。结果却是半个原胚发育成较小的完整的胚胎，最后发育成完整而较小的海胆幼体。这完全出乎预料，原先以为只能发展成两个不完整的幼体。这表明，这里的整体的确不是由部分简单构成的。作为机械论者的杜里舒百思不得其解。几年以后，他用其他初胚进行了一些更惊人的实验。例如，把一条蝾螈初胚的未长成的尾巴切下来并嫁接到通常长腿的位置，那么，这条未长成的尾巴在新位置上竟长成了一条腿！20世纪20年代，类似的实验表明，在较迟生长的阶段，初胚各部分显然能保证遵循它们的发展程式。这些结果在生物学中间引起一片惊惶。这些试验对机械决定论是重大的打击，使之在复杂的生命现象面前陷入困境。杜里舒由此转向了活力论。

对这种时代科学成果的反应，在另一些生物学家和哲学家看来，只有把生命看作一个有机整体，才能解释这些实验事实。他们主张用机体论来代替活力论和机械论。贝塔郎菲多次发表文章表达了机体论思想，强调把有机体当作一个整体来考虑，认为科学的主要目标在于发现种种不同层次上的组织原理。他指出机械论有三个错误观点：一是简单相加的观点，二是“机械”观点，把生命现象简单地比作机器，三是被动反应的观点，即把有机体看作只有受到刺激时才做出反应。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观点，如整体观点、动态观点、等级观点，初步形成了他的一般系统论的思想。1937年，贝塔朗菲第一次提出了一般系统论概念。到60至70年代，一般系统论受到人们的普遍重视。

管理领域的进展，是本世纪系统思想兴起的一个重要侧面。

19世纪末，随着自由资本主义开始向垄断资本主义过渡，生产规模日益扩大，专门从事组织管理的阶层随之出现，只凭经验安排生产的管理方式已经不能适应日益高涨的生产和经济发展的需要了，在这样的背景下，泰罗、法约尔、韦伯等人奠定了科学管理理论，促进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。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的活动或效力的系统”，社会中的各种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基点之一。

系统工程的兴起跟管理问题密切相关。所谓系统工程，就是以系统的观点和方法为基础，综合地、有系统地应用各种技术，分析解决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，感到传统方法已经不能满足要求，提出和使用系统概念、系统思想和系统方法这类术语。1940年，他们在安排微波通讯时，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、开发期研究、通用工程等五个阶段，取得了良好的效果。第二次世界大战期间，系统工程在工程管理、军事国防系统中受到极大重视。由于战争的推动，系统工程和运筹学紧密地联系在一起，得到迅速发展。第二次世界大战之后，这两门学科继续在军事等方面得到广泛的应用。如1957年美国研制导弹核潜艇的北极星计划，原订需要6年时间，由于运用系统工程方法，提前两年完成研究工作。在执行这个计划中，研究出“计划评审技术”(PERT)。又如，美国20世纪60年代开始的阿波罗登月计划，整个项目涉及40多万人，120所大学实验室和两万多家公司，共用了700多万个零件，耗资300多亿美元。正是运用系统工程和运筹学方法，如此庞大的科学项目才得以协调，节约了资金、提高了效率，于1969年提前实现了预期的目标。

20世纪50年代系统工程发展的同时，又出现了称为“系统分析”的方法论思想。这一发展特别与兰德RAND公司有关。兰德公司早期研究偏重于系统工程，但很快转向关于成本和策略的研究，主要从事长远的研究和分析，以帮助策略和技术的规划与执行。其方法的基本要点是：①一个或一组希望达到的目标；②供选择的技术或手段（或“系统”）；③每个系统所需的“成本”或资源；④一个或一组数学模型；⑤选择最佳方案的标准。

可以看出，系统分析与系统工程及运筹学有许多相似之处。它们的相似性来自于对某种系统性方法的信奉。这些方法都相信现实世界问题能以下述方式表述：存在着一个目标状态 S_1 和一个当前状态 S_0 ，并且有多种方式从 S_0 到达 S_1 。按照这种观点，“问题求解”的步骤是：定义 S_1 和 S_0 ，选择最好的方法减少二者的差距。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作出选择的规范化方法。正是出于这种信念，从50年代以来，系统方法论（系统工程、系统分析、系统方法等）的文献一直坚持必须从定义需求出发，明确要达到的目标，设计能满足需求的系统。措词稍有不同，但思想相同：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。切克兰德(P.Checkland)指出这种观点构成了“硬”系统思想的基础。称“硬”系统思想是“工程师的贡献”。既然系统工程、系统分析源于工程学和工程经济领域，那么这种思想是不可避免的。设计工程师的任务是为满足特定需求提供一种有效的方法。对设计工程师来讲，“需要”是明确的，他必须考虑的是：怎样才能满足需求？他的技能和资质都是指向为“怎么做”这个问题提供巧妙的答案。最好的工程师是提供了最便宜、最有效和最巧妙答案的人。

系统工程和系统分析无疑把系统的合理性(systematic rationality)引进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论运用于不同种类的问

题。现实世界中很多问题比工程和国防经济问题要“软”得多。人类行为正是一个变化不定、繁复多样的领域，其中很多问题是难于定义的(ill-defined)。切克兰德正是在应用系统思想探索“人类活动系统”，创立了软系统方法论(The Checkland' Soft Methodology)，突破了“硬”系统思想观念，在系统学界获得了巨大的声誉。在第 11 章，我们将简要介绍软系统方法论的基本思想。

习 题 1

1. 解释下列名词：
系统结构，系统功能，系统目的性
2. 举例说明：一个组织是一个系统。
3. 怎样理解“整体大于部分之和”？
4. 短篇论文：系统论是认识世界的有力工具。

第一篇

基础概念

管理系统

第 2 章

把管理作为一门学科进行系统的研究，是近一、二百年事。但是，管理实践却和人类的历史一样悠久，至少可以追溯到几千年以前。生活在幼发拉底河流域的闪米人，早在公元前 5000 年已经开始了最原始的记录活动。公元前 17 世纪的中国商代，国王已经指挥几十万的军队作战，管理逾百万分工不同的奴隶进行劳动。

管理实践有如此悠久的历史，是由人类活动的特点决定的。人类活动具有三个最基本的特点：

(1) 目的性。人类的一切活动都是经过大脑思考，为了达到预期目的而进行的。每个人都有自己的需求和理想，为此而努力奋斗。

(2) 依存性。人类的目的性来源于人对外部和人类自身的相互依存关系。人从来就不是孤立的个体，随着社会发展，分工越来越细，同时人们之间的依存关系也越来越紧密。

(3) 知识性。人类活动的另一个基本特点是能够形成人类独有的知识体系，逐步认识自然和社会的客观规律，有能力为达到目的而建立各种强大的组织。

管理实践的历史虽然悠久，但只是到了工业革命之后，管理才得到普遍的重视。第二次世界大战之后才形成了世界性的热潮。国外的社会学者认为，19 世纪是经济学家的世纪，20 世纪 40 年代之后则是管理人才的天下。60 年代法国学者薛利伯 (J.J.Servan-Schreiber) 在《美国的挑战》一书中指出：欧洲经济之所以落后于美国，不在于技术和资源的差距，最主要是缺乏美国企业那样完善的管理，如果欧洲不及时反省，那么经济上翻身是不可能的。该书轰动一时，受到广泛重视，对欧洲经济起飞起到了良好作用。许多发展中国家和地区，如巴西、墨西哥、新加坡、韩国、香港、台湾，等等，也先后引进了先进的管理理论和方法，大力培养管理人才，加强企业管理，取得程度不同的成效。

现在，人们把科学、技术、管理称为现代社会鼎足而立的三大支柱。我国是一个发展中国家，如何将有限的资源进行合理的配置和利用，使其成为最有效的社会生产力，是经济管理应当解决的问题。只有通过有效的管理，才能使科学技术真正转化为生产力。

2.1 管理的概念

什么是管理？到目前为止，管理一词还没有统一的为大多数人所接受的定义。研究管理的目的不同，对管理下的定义也就不同。以下是具有代表性的几种观点：

1) 管理是由计划、组织、指挥、协调及控制等职能为要素组成的活动过程

这是现代管理理论创始人法约尔 (Henri Fayol) 在 1916 年提出的。80 多年来，除职能的提法上有所增减外，仍是管理定义的基础。

2) 管理是通过其他人的工作达到组织的目标

这种表述包含三层意思：① 管理其他人及其他人的工作；② 通过其他人的活动来收到工作效果；③ 通过协调其他人的活动进行管理。

3) 管理就是协调人际关系，激发人的积极性，以达到共同目标的一种活动

这种表述突出人际关系。它包含三层意思：① 管理的核心是协调人际关系；② 根据人的行为规律去激发人的积极性；③ 同一组织中的人具有共同的目标。管理的任务是促进人们相互间的沟通，为完成共同目标而努力。

4) 管理也是社会主义教育

这是毛泽东同志在 1964 年提出的观点。它强调：① 管理的关键是人的精神状态；管理的根本方法是通过教育提高人的觉悟，激发人的积极性；③ 管理与社会制度相关。这一观点强调了人的信仰、价值观在管理中的重要作用，而回避了管理的专业技能的一面。

5) 管理是一种以绩效为基础的专业职能

这是美国哈佛大学德鲁克教授提出的观点。他所强调的与毛泽东的观点恰恰相反。管理与所有权、地位、权利无关；② 管理是专业性工作，管理人员是一个专业的管理阶层；管理的本质是执行任务的责任。这种观点片面地强调管理的自然属性而淡化了社会属性。

6) 管理就是决策

这是西蒙提出的。狭义地讲，决策就是做出决定的意思。广义地讲，决策是一个过程，包括收集信息，制定方案，选择方案，跟踪检查等阶段。任何组织的管理者在管理过程中都要进行决策，所以从这方面看管理就是决策。

7) 管理就是领导

这种观点强调领导者个人领导艺术。其出发点是，任何组织都有一定的结构，领导者占据着结构的各个关键职位。组织中一切有目的的活动是否有效，取决于领导者领导活动的有效性。所以，他们认为管理就是领导。

还可以举出许多不同的定义，从不同的角度反映管理性质的某个侧面。综合前人的研究，我们认为可对管理概念作如下表述：

管理是通过计划、组织、控制、激励和领导等环节来协调资源，以期更好地达到组织目标的过程。

这个定义有三层含义：

第一层含义是管理的措施，即计划、组织、控制、激励和领导这五项基本活动，又称为管理的五大基本职能。

第二层含义是第一层含义的目的，即利用上述措施来协调人力、物力和财力等资源。所谓协调是指同步化与和谐化。只有同步、和谐才能达到组织目标。“一人一把号，各吹各的调”，只能产生噪音，不可能是美妙的音乐。

第三层含义是管理的目的，即协调资源是为了使整个组织活动更富有成效。这也是管理活动的根本目的。

2.2 管理理论的发展

管理理论的建立是在 19 世纪末 20 世纪初，这个阶段所形成的管理理论称为“古典管理理论”或“科学管理理论”。在早期管理阶段，资本的所有者就是管理者。到了 19 世纪末，由于生产的发展、科学技术的进步，自由竞争的资本主义逐步走向垄断的资本主义，企业的规模不断扩大，企业的管理职能便逐渐与资本所有权相背离，这就迫切地需要改进企业管理，需要专门的管理阶层从事管理工作。管理也成了专门研究的一门学问，也就产生了“科学管理”的理论。

第二次世界大战后，特别是 20 世纪 50 年代至 70 年代，世界的经济、政治环境发生了极大的变化，这些变化对企业的管理提出了新的要求。如突出了企业的经营决策问题，对更先进的管理手段的运用，如何充分调动人的积极性等。在这一阶段，有不少的管理学家和企业家从事现代管理理论的研究。他们从不同的侧重点出发，使管理思想出现学派林立的局面，如“管理科学”学派、“行为科学”学派、“决策理论”学派、系统理论学派，等等。

2.2.1 从“科学管理”到“管理科学”

“科学管理理论”也称“古典管理理论”。科学管理的概念是由美国工程师泰勒 (F.W.Taylor) 提出来的。泰勒曾经在一家钢铁公司做过学徒、工头、中层管理人员直到总工程师，他的经历使他对生产基层很了解。他认为单凭经验进行管理的方法是不科学的，必须加以改变。于是他利用自己的地位开始了管理方面的革新活动。

泰勒的管理理论有以下几个特点：

- (1) 科学管理的根本目的是提高劳动生产率。
- (2) 提高劳动生产率的重要手段是用科学的管理方法代替旧的经验管理。将管理工作科学化、制度化。
- (3) 实施科学管理的核心问题，是要求管理人员和工人双方在精神和思想上取得统一的认识，双方增强责任观念，利用友好合作的方式增加盈利，使双方均从中获利。

具体地讲，为了达到以上目的，泰勒提出以下的管理制度：

(1) 用科学的操作方法训练工人，以便合理利用工时，提高工效。具体做法是：将熟练工人的工作过程进行动作分解，保留合理部分，改进或除去不合理的动作，最后制定一套标准的操作方法，并规定完成每一个标准动作的标准时间，从而制定出劳动时间定额。然后训练工人让他们按作业标准工作。

(2) 在工资制度上实行差别计件制。即对完成和超额完成工作定额的工人，以较高的工资率支付工资，否则以较低的工资率支付工资。

(3) 制定科学的工艺规程，并用文件形式固定下来，以利推广。

(4) 使管理和劳动分离，把管理工作作为计划职能，工人的劳动称为执行职能。

以上这些改革，形成了科学管理理论的基本组成部分。这些现在看来似乎是早已为人所知的常识，在当时却是重大的改革。实践证明，这种改革收到了很好的效果，出现了高效率、低成本、高工资、高利润的新局面。在这些实践的基础上，泰勒将研究成果上升到理论高度，著书立说，于 1911 年出版了《科学管理原理》。泰勒的学说为美国现代管理奠定了基础，他被称为“现代管理之父”。

虽然泰勒制在生产现场管理上效果显著，但也存在着弱点，因此推广不是很顺利。首先泰勒的“标准作业方法”、“标准作业时间”、“标准工作定额”都是以身体最强壮、技术最熟练的工人进行最紧张的劳动所制定的，工人只是作为一种机器，在体力和技能上受到最大限度的压榨，大多数工人是无法忍受和接受的。其次，忽视了企业成员之间的交往和工人之间的感情、态度等社会因素对生产效率的影响。此外，其管理的范围和内容仅限于现场的操作和控制，而企业的供应、财务、销售、人文等方面的活动基本没有涉及。

以上这些局限性，主要由法国的法约尔(Henri Fayol)加以补充。法约尔较长时间内担任大公司的领导工作和总经理职务，积累了很多管理大企业的经验，因此其管理思想更开阔。1925 年他出版了代表作《一般管理和工业管理》。他的主要思想是认为要经营好一个企业，不仅要改进生产现场的管理，而且应当注意改善有关企业经营的六个方面的职能：

(1) 技术职能：即设计制造。

(2) 经营职能：即进行采购、销售与交换。

(3) 财务职能：即确定资金来源及使用计划。

(4) 安全职能：即保证员工生产及设备使用安全。

(5) 会计职能：即编制财产目录，进行成本核算。

(6) 管理职能：包括计划、组织、指挥、协调、控制五项。

尤其对于管理职能，法约尔进行了深入研究，提出了管理职能的普遍性原理，即管理人员无论职位高低，均有计划、组织、指挥、协调和控制等五项管理职能，他还总结出管理人员在解决问题时应遵循的十四条原则。

法约尔的贡献是在管理的范畴、管理的组织理论、管理的原则方面提出了崭新的观点，为以后管理理论的发展奠定了基础。

在科学管理理论的基础上，近年来管理工作中应用了很多新的科学技术成果，从而形成许多新的管理思想和管理技术，使管理工作的科学性达到了新的高度，我们将这些新的思想和技术称为“管理科学”。

“管理科学”理论的主导思想是使用先进的数学方法及管理手段，使生产力得到最合理的组织，以获得最佳的经济效益，然而与科学管理理论一样较少考虑人的行为因素。它具有以下特点：

(1) 生产和经营管理各领域的行动方案应以总体的最少消耗获得总体的最大经济效益。

(2) 使衡量各项活动效果的标准化、定量化，并借助于数学模型描述事物的现状及发展规律，找出最优实施方案。

(3) 依靠计算机进行各项管理。

(4) 特别强调使用先进的科学管理论和管理方法，如系统论、信息论、控制论、运筹学、概率论等。

“管理科学”的重要特点是将数学方法和模型广泛用于管理领域，因此“管理科学”学派又称为“定量学派”。

2.2.2 从“人群关系”到“行为科学”

泰勒的科学管理理论把人看作“活的机器”、“经济人”，而行为科学认为人不单是“经济人”，还是“社会人”，即影响工人生产效率的因素除了物质条件外，还有人的工作情绪。人的工作情绪又受人所在社会及本人心理因素的影响。

行为科学是一门研究人类行为规律的科学。规律学家试图通过对行为科学的研究，掌握人们行为的规律，找出对待工人的新手法和提高工效的新途径。

“行为科学”的发展是从人群关系论开始的。人群关系论的代表人物是梅奥(E. Mayo)。他参加了 1927 年至 1932 年在芝加哥西方电气公司霍桑工厂进行的“霍桑实验”。实验首先从工人工作环境的照明强度的改变，观察对生产率的影响，后又进行了休息时间的增加或缩短，以及工资支付方式的改变等实验，试图找出工作条件对生产效率的影响。实验结果发现不论工作条件如何变化，对工人的生产效率没有产生明显的决定性的影响。但是由于实验中尊重工人，倾听工人的意见，因此使工人与研究小组之间，工人与工人之间增加了接触，建立了良好感情，而使生产热情提高，生产量增加。梅奥等人就实验访问交谈结果进行了总结，得出的结论是：生产效率不仅受物理的、生理的因素的影响，而且受社会环境、社会心理的影响，这一点是与科学管理的观点截然不同的。

人群关系理论是以霍桑实验为基础提出来的。它主要强调改善人际关系，满足工人的社会欲望（安全感、归属感），从而提高士气，促进生产效率的提高。人群关系理论是“行为科学”管理学派的早期思想。行为科学还要求进一步研究人的行为规律，找出产生不同行为的影响因素，探究如何控制人的行为以达到预定目的。

“行为科学”学派的主要理论有以下三个方面：

1. 需要层次理论

行为科学认为人的行为都是以某种需要为动机而产生的，为了这种尚未满足的需要，人们就采取相应的行动。那么人又有哪些需求呢？下面简要介绍马斯洛 (A. Maslow) 的需要层次理论。

马斯洛认为只有尚未满足的需要才能对行为有激励作用，而需要是有轻重层次的，低层次的需要得到满足，才会产生高层次的需求。他提出的需要层次为五级模型，如图 2.1 所示。

马斯洛的需要层次理论运用于实际工作中就是管理的激励功能。但它并没有提出激励的方法，也没有考虑到不同人对相同的需要的反映方式往往是不相同的。

2. 双因素理论

这也是一种激励模式理论，由美国心理学家赫茨伯格 (F. Herzberg) 于 1959 年提出的。

双因素是指激励因素和保健因素。具备激励因素，可以起到明显的激励作用；当不具有这类因素时，也不会造成职工的极大不满。这类因素有工作成就感、受到重视和提升，

个人发展的可能性等等。保健因素对职工的影响类似卫生保健对人的身体的影响。卫生保健达到一定的水平可以预防疾病，但不能治病。而保健因素低于一定水平时，会引起职工的不满；这类因素改善时，职工的不满就会消失。保健因素有工资、工作、安全、个人生活、工作条件、上下级关系，等等。

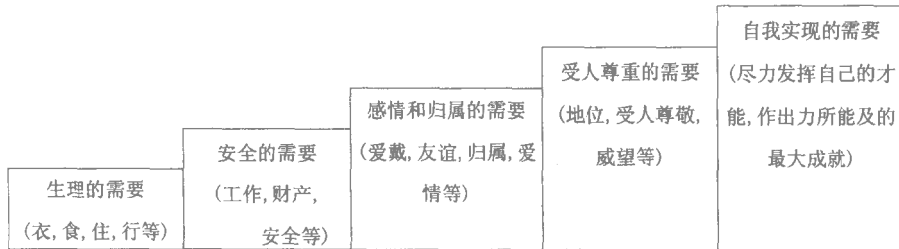


图 2.1 需求层次

赫茨伯格的双因素理论与马斯洛的需要层次理论有很大相似性，如图 2.2 所示。

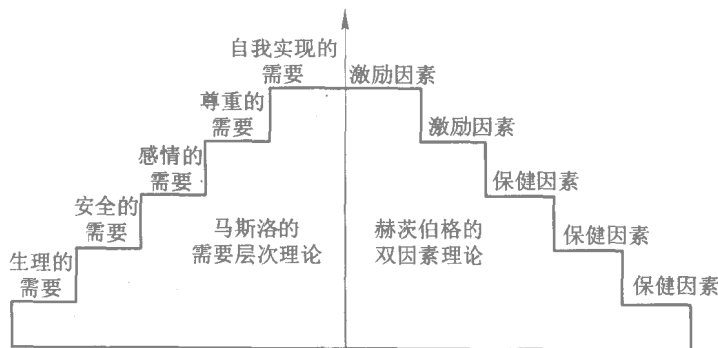


图 2.2 马斯洛模式与赫茨伯格模式

3. X、Y、Z 理论

这是对人的行为看法不同划分的三种理论。美国麻省理工学院教授麦格雷戈 (D.Megregor) 于 1957 年首次提出 X 理论和 Y 理论。Z 理论是日裔美籍教授威廉·大内在研究分析了日本企业管理经验之后于 1981 年提出的。三种理论的主要观点如下：

X 理论：人性本恶，天生懒惰，厌恶工作，只用奖赏办法不足以促进工作，还必须强制、监督、指挥、惩罚威胁才能达到目标。一般人只满足于平稳地完成工作，而不喜欢具有创造性的困难工作。

Y 理论：人并不懒惰，他们对工作的喜欢和憎恶决定于这工作对他是一种满足还是惩罚。正常情况下，人们原意承担责任，也热衷于发挥自己的才能和创造性。

在麦格雷戈提出 X 理论和 Y 理论之后，美国的乔伊·洛尔施 (Joy Lorsch) 对此进行了实验，比较 X 理论和 Y 理论。结论是管理方式要由工作性质、成员素质来决定，据此提出超 Y 理论。其主要观点是，不同的人对管理方式的要求不同。有人希望有正规化的组织和规章制度来要求自己的工作，而不愿参加决策而承担责任。这种人欢迎 X 理论。另一种人欢迎 Y 理论，希望有更多的自治责任，发挥个人创造性。