

第一章 信息与信息系统

1.1 信息的基本概念

现代社会是信息社会。随着现代信息技术的快速发展，对信息的处理和利用已深入到人类生产生活的各个方面。人们对信息的处理和利用离不开信息系统。

1.1.1 信息

信息是现代社会中为人们所广泛使用的一个概念。然而，什么是信息，信息的准确含义是什么？目前为止尚没有一个公认的定义。一般认为，信息是人们所关心事物的消息，是有关现实世界的事实或知识，如商品的价格，工厂产品的库存量、产量、利润，火车开车时刻，学生考试的成绩，喜马拉雅山的高度等都是信息。信息存在于人类社会和自然世界各个角落，它无时不在，无处不在。

很久以前，人类就认识了物质世界的“物质”属性，此后又发现了物质世界的“能量”属性。20 世纪之后，新技术的应用使人类进一步认识了事物的“信息”属性。从信息发生和人们使用信息的本质上说，只有当事物相互作用、相互联系时，才能产生信息。同样是一则消息，对有的人来说，它就是信息，而对另外一些不关心它的人来说，就没有什么作用和影响，因而就不是信息。事物之间的联系是普遍的，宇宙中的一切事物都处在相互联系和相互作用中，物质的运动和能量的转换是事物之间作用和联系的最基本形式，但事物之间作用和联系决不仅仅是简单的物质和能量运动所能完全解释的；同时，事物之间相互作用的结果，往往并非直接取决于物质和能量的交换和积累，而也同时借助事物之间的某些媒介之间的信息运动和信息内容。

综上所述，可以认为：信息是事物之间相互联系、相互作用的状态描述。

1.1.2 信息运动

同自然界和人类社会的其他事物一样，信息也总是处于不停的运动之中。

在信息运动中，我们把信息的发生者称为信源，把信息的接收者称为信宿，信息传播的媒介称为载体，信源和信宿之间信息交换的途径与设备称为通道。在信息从信源到信宿的传播过程中，伴随着物质的运动和能量的转化。在信息传播过程中，信源和信宿是相对的，即一个事物对象既可以向其他对象传递信息，也可以从其他事物对象接收信息。一般将信源作为客体，将信宿作为主体，主体接收来自客体的信息，进行存储、分析、加工、评价等活动，并依据信息活动的结果进行判断和决策，调整主体的行动。同时，主体的行动反过来又会影响客体，这种影响称为信息反馈。信息从客体传输到主体，经过接收、处理、实施各个环节后返回到客体，形成一个信息运动的回路，称为信息循环。如图 1.1 所示。

信息循环是信息运动的基本形式。这种运动形式，特别是信息反馈的存在，揭示了客观事物在相互作用中完成有目的运动的基本规律。及时接收和正确地利用信息反馈，可以使主体不断地调整自己的行动，更有效地达到预期目标。

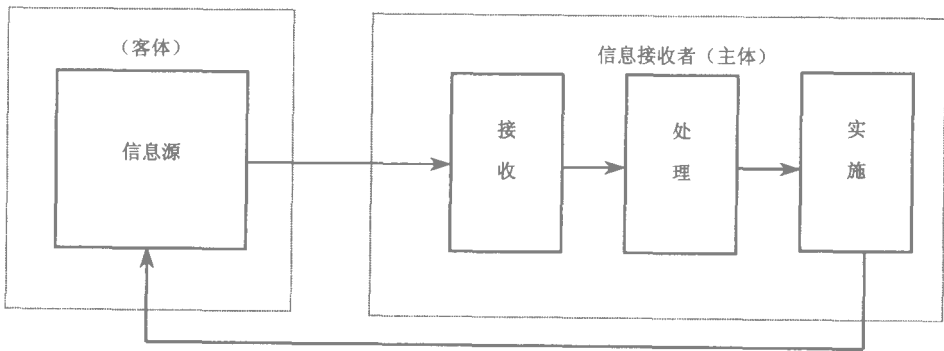


图 1.1 信息循环

1.1.3 信息的类型

在人类社会和自然界中存在着各种各样的信息。信息存在于不同的介质当中，以不同的数据形式出现，在不同的领域产生、传输、处理、转换、被接收者使用，并对人类和自然界的行爲产生广泛的影响。为了研究问题的方便，可以从多种角度对信息进行分类。如按信源的类型可将信息分为自然信息、社会信息、宇宙信息、思维信息等；按载体的特征可将信息分为文字信息、图形信息、图像信息、声音信息、视频信息等；按应用领域又可将信息分为政治信息、经济信息、军事信息、教育信息、管理信息、科技信息、文化信息、体育信息等。还可以制定出其他的分类标准。在具体应用中，一个信息可能属于多个信息类别。各类信息在范围与内容上也有相互交叉和重叠。比如一个信息可能既

是文字信息，又是政治信息，同时又时社会信息。而管理信息可能又会涉及到政治、经济、科技、文化等领域。在研究问题时具体采用什么划分标准，要依据实际情况而定。

1.1.4 信息的特征

一般来说，信息具有以下特征：

1. 可传输性：信息由信源发出以后可以借助于载体以相对独立的形式运动，信息在传输过程中可以转化载体而不影响信息的内容。可传输性是信息运动的基础。

2. 可存储性：在一定条件下，信息可借助于一定的载体，以某种符号形式存储起来。存储的信息亦可在适当条件下同载体一起进行传输。信息的可存储性为信息的积累、加工及在不同场合的应用提供了可能。

3. 可加工性：信息可以通过一定的手段进行加工，如整理、压缩、分解、综合、抽取、排序等。加工的方法和目的反映了信息接收者获取和利用信息的特定需求。加工后的信息反映了信息源和信息接收者之间相互联系、相互作用的更加规律化和更为紧密。信息的加工应保证加工结果与原始信息在语法、语义和语用各方面的联系和一致，即信息的内容不产生失真。信息的可加工性使人类能够在更深的层次上利用和开发信息。

4. 共享性：一个信息源的信息可以为多个信息接收者接收并且多次使用，并且可以由接收者继续传输。一般情况下共享不会造成信息源的信息丢失，也不会改变信息的内容。但信息共享的程度会影响使用者之间的作用关系及使用者与发送者之间的作用关系。

5. 时滞性：任何信息从信息源传播到接收者都要经过一定的时间，时滞的大小与载体运动特性和通道的性质有关。对于信息的使用者来说，信息的传输、加工和利用都必须考虑这种时滞。特别是对于需要实时处理信息的场合，必须通过合理选用载体与通道将时滞控制在允许的范围之内。

1.2 信息系统

1.2.1 系统科学与系统工程

1. 系统的概念与特征

一般把复杂的研究对象称为系统，即认为复杂对象是由相互作用和相互依赖的若干部分组成的具有特定功能的有机整体，该有机体就是系统。同时，这

个系统又是一个更大系统的组成部分。

系统的概念来源于人类的社会实践。20世纪30年代，人们在科学研究中，尤其是在生物学、生理学和社会科学研究中，发现系统的一些固有性质与个别系统的特殊性无关，而如果以传统的科学分类为基础进行研究，就无法发现和弄清系统的主要性质。20世纪40年代中期，贝塔朗菲提出了一般系统概念和一般系统理论，系统逐渐被人们认为是一门综合性的学科。1954年一般系统理论协会成立，系统理论的研究由此进入了一个蓬勃发展的时期。1957年古德提出了“系统工程”的概念。系统工程是从一般系统理论的概念和方法解决众多的社会、经济、工程中的共同问题，如性能测试、可控性、可靠性、稳定性、最佳观察等。到了20世纪70年代随着电子计算机的广泛应用，系统工程的思想有了充分实现的可能，系统理论和方法在更多的领域得到了应用。同时，系统工程的应用从技术工程进一步应用于企业管理、科技管理、社会管理等系统。系统理论和系统工程的方法已经深入到广泛的社会生活领域。系统是物质存在的形式，也是人类社会和人类自身存在的形式。

任何系统都处在不停的运动、变化和发展之中。在系统中运动着的是客观存在的物质，具体表现为物质运动的三种形态，或者说三种流，即物质流、能量流和信息流。一个人工系统，总是要输入这三种流，在系统中经过处理，再输出所需要的三种或其中的几种流。在构造系统的输入和输出关系上，可以有开环和闭环两种基本的模式，从而形成两类人工系统，即开环系统和闭环系统。如图1.2所示。

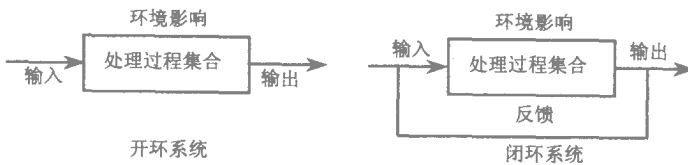


图 1.2 开环系统和闭环系统

在开环系统中，系统的输入经过处理后，形成系统的输出。由于系统处于一定的外部环境之中，必然会受到外部环境的影响，这种影响体现在系统内处理过程的变化，从而产生不同的系统输出。在闭环系统中，输出的一部分作为输入返回系统。在这种情况下，系统的输出改变了输入，从而又反过来调整了系统的输出。这种现象称为反馈。在输入不变的情况下，反馈可以改变输出，即对系统输出有控制作用。

一般认为，系统有如下的主要特征：

(1) 目的性：任何系统都有其存在的目标，都是为解决特定问题而建立的。系统的目的性是系统存在的基础。

(2) 整体性：任何系统都是由诸多元素组成的，客观世界的事物、现象和过程都是一个有机的整体，都是自成系统而又互成系统的。系统越大、越复杂，其组成元素也就越多。所谓系统的整体性，是指系统不是其各部分组成元素简单相加的结果，而是按一定规则有机结合形成的整体，是各部分元素由量变到质变的发展而形成的更复杂的整体。系统整体的功能大于各部分功能的简单相加。

(3) 相关性：科学研究所取得的成果表明：不论是自然界还是人类社会，宏观世界还是微观世界，无机界还是有机界，事物总是处于某种联系之中，这就是普遍联系的观点。系统的相关性特点反映了这种普遍联系观。首先，系统中的元素是按一定规律有序地组合起来，各组成部分具有相互联系、相互制约的关系。其次，系统和其所处的环境之间也是相互作用、相互联系的。联系是广泛的、多样的，联系的广泛性和多样性导致了系统的广泛性和多样性。

(4) 动态性：任何系统都处于一个特定的环境中，并与环境不断地发生物质、能量和信息的交换，从而不断变化和发展。系统与环境的作用具有时间性，系统总是处在随时间推移的不断发展中。动态性就是指状态和时间的相关性。

(5) 有序性：系统的有序性又称为结构性。有序性是指系统的任何联系都是按等级和层次进行的，它是系统有机联系的反映。系统的联系是多种多样的，这些联系又反映了系统的结构和功能。从有序性的角度来看，系统的演化和发展是定向发生的，即从低有序状态向高有序状态发展，或由高有序状态向低有序状态变化。

2. 系统工程

(1) 系统工程概念

系统工程是系统科学在实践中的具体应用。一般认为，系统工程是组织管理系统进行规划、研究、设计、制造、试验和运行的科学方法，该方法对于所有系统都具有普遍意义。系统工程运用系统方法对各类系统进行最佳的设计、抉择、控制和管理，以达到最佳效益。

系统工程关心的是特殊类型的系统的结构，这种系统具有以下七个特征：是人造系统；是一个整体；是大系统；是复杂系统；是半自动化系统；系统输入是随机的；在诸多系统中带有竞争性。

系统工程和一般工程有很大不同，它不是以某一专业的技术领域为研究对象，而是跨专业领域的。系统工程研究所有系统的共性，探研适用于各行业与领域的方法性科学。因此，系统工程涉及的不仅有传统的工程系统，而且有社会经济、环境生态、文化、教育等非工业系统。它不仅利用现代自然科学和工程技术的新成果，也利用社会科学如经济学、管理学、心理学等的研究成果，

并在解决具体问题时将它们结合起来。

(2) 系统工程的实施流程

系统观点是系统工程的主要特征。当把一个系统当作工程来建设时，要根据系统科学的思想观点，从准备到设计、施工、验收，再到系统的实际运行，恰当地划分工程阶段，明确每个阶段的任务和各阶段之间的联系与衔接，并将系统理论的原理贯彻于各个阶段。根据系统工程的实践和不同的系统特点，人们总结出了系统工程的基本流程，如图 1.3 所示。

在图 1.3 中，总过程和每个具体的过程都以系统工程的基本方法为基础，即把所研究的对象看作是系统，运用分析、综合和评价这三个环节的多次重复来得出最佳方案或最佳效果。如图 1.4 所示。

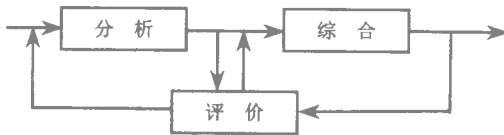


图 1.4 系统工程的基本方法

在系统工程的基本方法中，分析或综合的结果都必须经过评价。如果评价是肯定的，则继续下一步骤；如果是否定的，则作为反馈输入，重复原步骤，直到得到肯定的评价为止。所以在系统工程中，评价是一个重要而且需要多次进行的工作。

方案实施包括了设计、施工、测试等多个阶段，工期所占的比例一般都相当大，工作内容也很多。对于不同的系统，其具体内容的差别和工作特点在这一过程中表现最为明显。

系统工程与一般工程不同，它不以交工为结束，而是把交工之后的运行维护作为工程的一个新阶段的开始。系统工程认为系统的实际运行是对系统建设的最好检验，同时，施工者也有责任在系统运行中对系统进行维护，使之更趋完善。

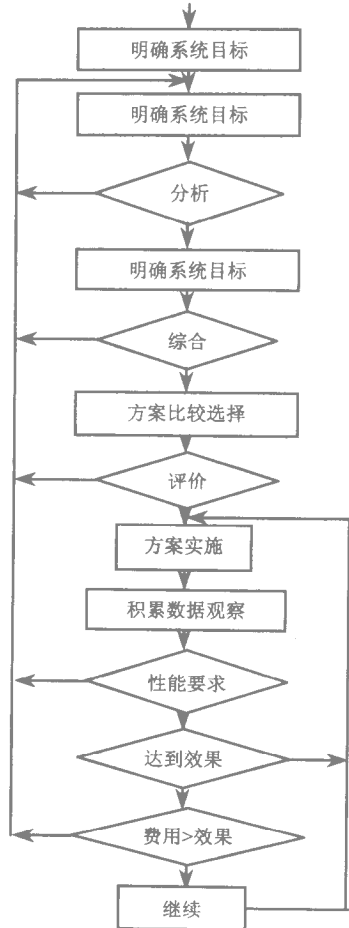


图 1.3 系统工程基本流程

1.2.2 信息系统的概念和功能

信息系统是指以计算机和各种信息技术为基础，为实现某个系统目标，由信息资源处理模型支持的，由计算机硬件设备、通信和网络设备、计算机软件、信息资源、用户、规章制度等所组成的信息处理的统一体。

信息系统的功能是对信息进行采集、处理、存储、管理、检索和传输，并能向有关人员提供有用的信息。

1. 信息的采集

信息的采集是信息系统首先应具备的功能。信息的采集是信息系统其他功能的基础。采集的作用是将分布在有关各信息源的信息收集起来，记录下有关的数据，并将其转换成信息系统的内部数据形式。

2. 信息的处理

信息处理是对进入信息系统的数据进行加工处理，如对账务数据进行统计、结算、预测分析等。信息处理的方式一般包括排序、分类、归并、查询、统计、预测、模拟以及进行各种数学运算。现代化的信息处理系统都是以计算机为基础来完成信息处理工作的，因而，其处理能力越来越强。

3. 信息的存储

数据进入信息系统之后，经过加工处理，形成对管理有用的信息，然后由信息系统负责对这些信息进行存储保管。当组织相当庞大时，所需存储的信息量也是非常大的，这时就要依靠先进的信息存储技术。信息的存储包括物理存储和逻辑组织两个方面。物理存储是指将信息存储在适当的介质上；逻辑组织是指按信息的内在联系组织和使用数据，把大量的信息组织成合理的结构。

4. 信息的管理

信息系统所要处理和存储的数据是十分庞大的，因此必须对信息进行有效的管理才能得到可用的信息系统。否则，盲目地进行信息的采集和存储，信息系统将成为信息垃圾箱。因此对信息要加强管理。信息管理的主要内容是：规定应采集数据的种类、名称、内容等，规定应存储数据的存储介质、逻辑组织方式，规定数据的传输方式、保存时间等。

5. 信息的检索

存储于各种介质上的庞大数据要让使用者便于检索，为用户提供方便的查询方式。信息检索一般要用到数据库技术和方法，数据库的处理方式和检索方法决定着检索速度的快慢。

6. 信息的传输

从信息采集点采集到的数据要传送到处理中心，经过加工处理后传送到使用者的手中。这些都涉及到信息的传输问题。信息系统规模越大，信息传输问

题越复杂。

1.2.3 信息系统的类型

从信息系统的发展和信息系统的特点来看，信息系统可以分成如下几种类

1. 电子数据处理系统

电子数据处理系统（EDPS, Electronic Data Processing System），又被称为数据处理系统（DPS, Data Processing System）或业务处理系统（TPS, Transaction Processing System）。电子数据处理系统产生于 20 世纪 50 年代，是计算机应用于管理工作的早期形式。电子数据处理系统主要用于支持企业运行层的日常操作事务，所处理的问题位于管理工作的底层，所处理的业务活动有记录、汇总、综合、分类等，主要的操作是排序、列表、更新和生成等。系统的原始输入数据往往是管理工作中的各类初始单据，系统的输出是各种分类和汇总的报表。电子数据处理系统所处理的问题结构化程度强、处理步骤固定，系统的用户是组织的操作运行人员。电子数据处理系统典型的应用有数据更新、状态报告和数据统计等。

（1）数据更新系统

数据更新系统的典型代表是建立于 20 世纪 50 年代的美国航空公司 SABRE 的预约订票系统。当时，美国航空公司在美国和世界各地有 1 000 多个飞机票预约订票点，每个订票点按一定比例分配该公司近千个航班的 7 万个座位。在 SABRE 系统建立之前，由于各订票点之间彼此联系困难，经常出现某一订票点的票已售空，而其他订票点的票卖不出去的情况，致使该公司航班载客率很低。为了改变这种状况，该公司利用计算机和已有的通信设备建立了 SABRE 系统。SABRE 系统可以实现订票数据的自动更新，能在各订票点间调节和分配机票的余缺，并能在任一订票点查询航班的变动情况。SABRE 系统的建立和使用极大地提高了美国航空公司的满员率，为公司带来了巨大的效益。

但是在概念上该系统是一个简单的数据更新系统。它既不告知票价，也不能告知剩余机票何时售完，即该系统没有预测与控制功能，不能改变系统的行为，属于初级的信息处理系统。

（2）记账系统

记账系统也是电子数据处理系统应用最广泛的领域之一。最早的记账系统是美国芝加哥 John Plain 公司的账务系统，它利用计算机在数据处理领域所表现出的强大功能，率先将电子数据处理应用于账务管理，并实现了电子对账、快速对账和查询等功能，使人们摆脱繁琐的账务工作。计算机记账系统的出现被人们称为会计史上的一次革命。当然，早期的记账系统功能简单，仅仅是完

成记账、对账和查询等基本功能。

(3) 状态报告系统

状态报告系统是反映系统状态的一种系统。可以分为生产状态报告、服务状态报告和研究状态报告等系统。其中，生产状态报告系统的代表是美国 IBM 公司的公用制造信息系统。1964年，IBM 公司推出了它的中型计算机 IBM 360。IBM 360 是一种复杂的计算机系统，具有多达 1.5 万种不同的部件，每一个部件又有众多的元器件；同时，IBM 的生产工厂遍布美国各地，而不同的订货要求使用不同的部件和不同的元器件。对此，生产计划调度必须指出何时由何工厂生产何种部件或元件，并送到何处组装。这样，IBM 360 的生产组织和管理工作十分复杂。为了保证生产的正常运行，IBM 用自己的计算机建立了一个生产状态报告系统。IBM 生产一台计算机的整个活动需要 6~12 个月，状态报告系统在生产期间监视每一部件生产的进展。1968 年，IBM 公司建立了公用制造信息系统 CMIS (Common Manufacturing Information System)。CMIS 建立了一个公用数据库，对公司内各生产点的数据实行高度集中化的统一处理，统一了数据、报告、报表和记录的格式，使管理人员能随时了解企业的生产状况、库存情况，从而及时地调节与组织生产。该系统的应用减少了公司的库存，排除了由于信息不足而对生产带来的影响，加快了生产速度。据估算，原来需用 15 周完成的工作，使用该系统后只需 3 周即可完成。

(4) 数据统计系统

数据统计系统是早期电子数据处理系统在社会经济统计系统中的应用。数据统计系统通过将电子数据处理系统与通信网络和社会统计网络连接起来，利用计算机的高速运算能力、巨大的存储容量以及各种数据通信处理设备，完成日常的社会统计工作。电子数据处理系统在统计领域的应用不但解决了传统的手工统计中存在的问题量大、统计数据不精确等问题，而且大大提高了统计系统的响应时间，缩短了统计结果与社会活动之间的时滞。同时，电子数据处理系统在统计领域中的应用使人们重新分析统计系统中所存在的问题，消除手工统计中的一些不合理的方面，建立了更全面、更详细、更能反映实际社会经济活动情况的指标体系。电子数据处理系统在统计领域中的应用不但从工具、手段、技术上支持了统计工作，而且促进了统计科学自身的研究与发展。

但是，统计系统不考虑数据本身的性质，基于电子数据处理系统的统计系统不进行控制，也不进行预测，因而这类统计系统属于较低层次的管理信息系统。

即使在信息系统不断发展、形态日趋复杂的今天，电子数据处理系统仍是其他信息系统的基础，是其他高层次系统的底层数据处理部分，提供有关日常数据的输入、输出、存储、转换等。

2. 管理信息系统

从历史发展来看，管理信息系统是在电子数据处理系统的基础上发展起来的。同原始的电子数据处理系统相比，管理信息系统在信息处理的思想、方法、手段和功能的实现上有较大的差别。管理信息系统将管理学的理论和管理方法融入到计算机处理过程中，从而在很大程度上避免了电子数据处理系统在管理领域应用时所出现的弊端。

管理信息系统是一个利用计算机硬件和软件、手工作业、分析、计划、控制和决策模型以及数据库的人-机系统。它具有提供信息、支持企业或组织的运行、管理和决策功能。从这个角度来看，管理信息系统有着非常广泛的内涵。管理信息系统不仅仅是个计算机系统，即技术系统，而是包括设备、人、信息资源、管理手段和方法等多方面因素的一个复杂的信息系统。从管理信息系统的开发和应用过程来看，管理信息系统具有以下特点：

- (1) 系统的建设强调科学管理方法的运用；
- (2) 系统对组织活动过程具有一定的预测和控制作用；
- (3) 管理信息系统对信息进行深层的分析、加工，并利用信息分析企业生产经营状况以及外部环境等多个方面；
- (4) 计算机应用层次的深入，在功能上强调系统内部功能的集成、协调和优化；
- (5) 使用系统化、工程化的开发方法建设管理信息系统。

随着信息技术及信息系统应用理论和实践的发展，信息系统的应用领域不断扩大，信息系统出现了多种类型，管理信息系统被赋予了十分丰富的内涵。所以，就广义的概念而言，也可以认为，后来出现的决策支持系统等系统类型也包括在管理信息系统的范畴之内。

3. 决策支持系统

决策支持系统产生于 20 世纪 70 年代初，是信息系统的一种高级形式。决策支持系统的产生源于管理信息系统应用中所存在的问题。由于在应用过程中，缺乏对企业组织机构和不同层次管理人员决策行为的深入研究，忽视了人在管理决策过程中的不可替代的作用。因而在实际工作中，特别是在辅助企业高层管理决策工作中，面对一些复杂的决策问题，管理信息系统往往无能为力，未能达到预定的效果。为解决管理信息系统应用中存在的问题，人们对管理信息系统的应用模式和有关的理论问题进行了深入研究，提出了决策支持系统的概念。

与管理信息系统的工作模式不同，决策支持系统面向组织中的高层决策人员，以解决半结构化问题为主；决策支持系统强调决策过程中人的作用，系统对人的决策只起辅助和支持作用；作为最重要的特点，决策支持系统对决策过

程的支持以应用模型为主，系统模型反映了决策制定原则和机理。在结构上，决策支持系统由数据库、模型库和相关的部分组成。

4. 专家系统

专家系统的出现是人工智能研究和应用的结果。人工智能研究产生于 20 世纪 50 年代中期，其早期研究集中于如何使机器具有人的智能的理论问题上，20 世纪 70 年代以后，人工智能开始向实用化的方向发展，知识工程、认知科学成为人工智能研究和应用的主要内容。人工智能的研究与信息系统的的应用相结合，产生了专家系统。

专家系统是一种计算机信息系统。其主要任务是研究怎样使计算机模仿人脑所从事的推理、学习、思考、规划等思维活动，解决需要人类专家才能处理的复杂问题，如医疗诊断、气象预报、运输调度和管理决策等问题。从实用角度看，专家系统是一门工程学科：它以知识为研究对象，研究知识的获取、知识的表示方法和知识的使用。

第一个专家系统是由斯坦福大学于 1965 年研制的 DENDRAL 系统。此后，专家系统的研究和应用进入到一个十分活跃的时期，开发出了大量面向各种领域的专家系统。经过几十年的发展，目前专家系统的理论与技术已日臻成熟，并广泛应用于人类生活的各个领域。

5. 办公自动化系统

办公自动化系统的用户主要是办公室从事日常办公事务的工作人员。办公自动化系统以先进的技术设备为基础，由办公人员和技术设备共同构成的人机信息处理系统，其目的是充分地利用设备资源和信息资源，提高办公工作效率和质量。

办公自动化系统产生于 20 世纪 70 年代的美国，其产生主要有两方面的原因：20 世纪 70 年代中期，发达国家生产力水平急剧上升，办公室业务信息急剧增加，原有的手工方式无法满足信息和业务增长的要求，先进技术和手段的应用势在必行；同时，70 年代末和 80 年代初，微电子技术、计算机技术和网络通信技术得到了迅猛的发展，尤其是微型计算机的出现，为办公自动化系统发展和广泛使用提供了良好的技术和物质基础。

作为信息系统的一种类型，办公自动化系统具有自身的特点。办公自动化系统通过在办公事务中引进现代化管理方法、科技手段和各种辅助工具，从而在不同程度上实现办公工作的自动化。办公自动化系统是一种由人（办事人员和管理人员）和机器（各种办公设备）所组成的办公信息系统。从本质上说，办公自动化系统是以解决非结构化的管理问题为主的设备驱动系统。它强调即席式的工作模式，主要对分布存储的信息进行分散处理。

需要特别说明的是，虽然在概念上可以明确在划分出各种信息系统的类

型，但是在实际应用中，以上各类系统往往相互交融、相互渗透，例如管理信息系统中包含支持办公事务的功能，办公自动化系统中具有决策支持的成分，等等。同时，随着现代信息技术的飞速发展，信息系统的应用出现综合化、集成化、一体化的趋势。因此，在实际开发和使用的系统中，以上各类信息系统没有绝对明显的界线，实际系统是对各类信息系统的综合或有机的取舍，根据所解决问题和实现目标的需要来设置相应的功能，并依据有关的技术与方法来开发或使用系统。

1.2.4 信息系统的信息处理方式

就信息资源开发、信息处理与信息利用而言，相应的工作似乎不一定必须由计算机完成。实际上，很多有关信息管理工作通过手工方式也可以完成。但是，人类的进化和进步过程就是不断发明和使用工具，从而将自身从繁重劳动中解放出来的过程。工具的使用使人类的体力和脑力得以延长，具有了处理更为复杂的事物的能力。计算机的应用使人类进行信息处理的能力大大增强，因而，现代信息处理工作都是基于计算机系统的。计算机应用已渗透到社会生活的各个领域，推动着科学技术、社会经济的发展。

大多数信息系统都属于人机系统的类型，而并非简单的计算机系统。系统工作时人和计算机各自发挥自己的作用。人在处理信息过程中的作用体现在人工方式处理信息的特点上。在信息处理工作中，人对环境有较强的适应性，并能在处理过程中不断积累经验、干预有关的工作。人可以充分发挥主观能动性，对于事先没有预料到的情况和计算机难于处理的问题，可以随时作出反应。特别是在信息不充分、规则不明确，甚至目标含糊而无法依照常规处理问题的情况下，人可以充分利用自己的知识、经验和各种正式和非正式渠道收集信息，支持决策。当然，人工处理信息方式也存在着很大的局限性，首先是人工处理信息的速度低、及时性差；其次人工处理信息的错误率高。这些局限性在现代信息处理中影响了信息及时、准确的使用；同时，人工处理信息投入过多的人力，造成了人力资源的耗费。

计算机用于信息处理的突出优点是迅速、准确、可靠性高且存储量大。计算机的运行速度快、存取时间短、逻辑计算和逻辑分析的准确性高，并且可以存储大量的信息。因此，在信息处理工作中，应认真分析各种处理方式的特点和所处理问题的要求，充分发挥计算机处理和人工处理的优点，以保证信息系统的处理能力适应现代化管理的要求。

1.2.5 模型方法

1. 模型的作用和意义

复杂问题的分析和解决经常使用模型方法。对于由很多对象所构成的系统，人们希望能预测系统运行的行为，这时就需使用模型。模型通过一定程度的分析，考查所要解决问题系统的外部影响因素和内部条件变量，并针对所要达到的系统目标，用某种表达形式从整体上说明它们之间的结构关系。

模型是对现实系统的抽象或模拟，它充分说明现实系统本质，是对系统某方面属性的描述。模型抽取事物的本质特性，忽略其他次要因素，它既反映系统的构造属性，更反映系统中被描述对象和过程的功能属性，因而模型能够充分揭示现实系统中确定其因果联系的诸因素间的关系。模型的意义不仅仅在于对系统的模拟，更在于对系统的抽象和优化，因而，它是以一种用适当简化并寻求优化的方式表示复杂系统或现象的工具。通过模型，可以将事物转换成简单而又容易处理的形式。模型可以加深人们对系统中事物的理解，帮助人们更合理、准确地思考和分析。模型是人类理解、分析、开发或改造事物的常用手段。

模型除了简单、准确之外，还很经济和实用。通过模型的模拟，可以在没有风险的情况下，节省大量的人力、物力和时间，达到解决问题的目的。同时，有些系统行为，如地震、战争等，除了模型模拟之外，几乎很难对其进行详细研究。

2. 模型的要素

模型一般由两个主要因素组成：系统目标和系统约束。系统目标是指系统各部分的有机行为所应达到的目的和完成的功能。系统约束是指在实现系统目标时所能充分利用的条件范围。系统约束可能是内部条件限制，也可能是外部条件限制。

对于不同类型的系统，系统目标和系统约束有不同的表达方式。一个具体的标志、一句语言叙述、一个图表、一个数学表达式或一个目标函数，都可以用来表示系统目标和系统约束。系统目标和系统约束分析是系统模型化的重要任务。

3. 模型的构造

建立模型，特别是建立一般的抽象模型，其过程大致可分为如图 1.5 所示的几个步骤。

在建立模型时，可根据所要解决的问题选用不

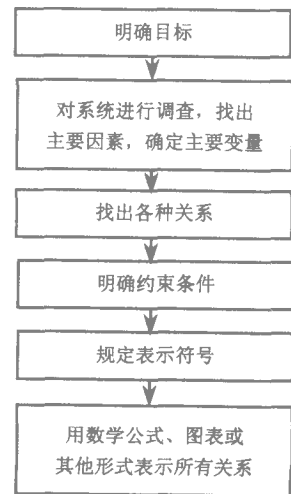


图 1.5 模型的建立过程

同类型的模型。模型要尽量简单，因为过于复杂的模型往往难于求解，甚至无法解决问题。因此在确定主要变量时，既要考虑能说明问题又要考虑不把问题复杂化。模型要求有一定的精度。模型所代表的实体是模型的基础。模型应能把实体最本质的东西反映出来。因此，必须依据客观的科学规律，列出变量之间的关系式或图表。为了使模型的应用范围更加确定，必须明确模型的约束条件。

4. 信息系统模型

大型信息系统通常十分复杂，很难直接对其进行分析设计，因此，人们经常借助模型来进行系统的分析设计工作，并通过模型描述信息系统的分析和设计结果。在信息系统开发过程中，模型是一个不可缺少的工具。实质上，可将信息系统看成是由一系列有序模型构成的，如功能模型、信息模型、数据模型、控制模型和决策模型。有序是指这些模型是在系统的不同开发阶段、不同开发层次上分别建立的。

信息系统模型的表现形式与普通系统模型有所不同。描述信息系统的模型通常采用形式化方法和图形化方法。其中形式化描述方法精确、严谨，易于实现，但难以掌握和理解，往往被专业人员使用；图形化方法自然、直观、简单易学，易于描述系统的层次结构、功能组成。图形化方法成为当前信息系统开发过程中描述信息系统模型最常用的方法。图形化方法通常需要工具软件的支持。当然，就精确性和严谨性而言，图形化方法较形式化方法稍差。

信息系统的建模方法有面向数据流的建模方法、面向数据结构的建模方法、面向对象的建模方法等多种类型。不同的建模方法有不同的描述手段。

1.3 信息系统的应用环境

1.3.1 信息化

人类进入 20 世纪 60 年代以来，信息科学和信息技术呈现飞速发展的趋势。信息科学是研究信息运动规律和应用方法的一类学科的总称。信息科学的研究对象是信息，其研究的主要范围是：信息的本质、信息的度量、信息的运动规律、利用信息进行控制和优化的原理。其主要支柱是系统论、控制论与信息论。信息技术是关于信息的产生、发送、传输、接收、变换、识别、控制等应用技术的总称，是在信息科学的基本原理和方法指导下扩展人类信息处理能力的技术。信息技术的广泛应用，促进了社会生产力的飞速发展，引起了社会生活的深刻变化，使人类进入信息社会。

1. 信息化的意义

在信息社会中，信息在人们社会生活中的地位不断提高，人类所生产、接收和处理的信息量呈急剧增长的趋势。信息的收集、传输、加工与利用活动日益成为人们社会活动的重要组成部分。人类的这些活动被称作信息活动。信息活动的过程，也就是信息资源的开发、利用和管理的过程。信息化是指人们的信息活动的规模不断增长以至在国民经济中占主导地位的过程。这是继工业化之后生产力发展的新阶段，必将对社会经济发展以至整个人类文明产生巨大深远的影响。信息化为人类提供了最有效的利用资源的手段，因而信息化是当代社会最先进和最强大的生产力。

信息化是以物质活动的成熟为前提的。随着物质生产活动中专业化程度和生产技术的提高，社会劳动生产率空前增长，要维持和发展这种高效率、高效益的生产活动，使之适用于不断发展与变化的社会需求，就需要有更大规模的现代化的信息活动和其他非物质生产活动的支持。同时，更高层次的信息化又促使生产率和企业竞争能力的进一步提高。据西方经济学家测算，对于现代化社会，物质生产部门每增加 1 人就业，非物质生产部门就要增加 3~4 人。这个比例在 20 世纪 70 年代的美国是 1:6，在 80 年代的美国是 1:8。美国 1993 年政府报告《国家信息基础设施：行动计划》指出：“2/3 的美国劳动者从事与信息有关的工作，其余的 1/3 工作在高度依赖于信息产业的部门。”西方国家的信息化是在工业化完成之后的基础上进行的。工业化为信息化准备了必要的社会、经济与技术条件，信息化又把工业化达到的社会生产力推向更高的阶段。在生产力和企业经济效率低下、经济活动节奏缓慢的条件下，信息化没有明显的实际意义。

信息技术是信息化的基础，以计算机和通信技术为代表的现代信息技术是信息化生产力的重要组成部分，推广应用现代信息技术是推动信息化工作的主要内容之一。但技术不是信息化的唯一条件和决定因素。人才是信息化的社会生产力中最积极、最活跃的因素。信息化是生产力的重大变化，但信息化不等于计算机化、不等于通信网络化。信息资源的开发、管理与利用需要多方面的工作相配合，计算机化、通信网络化只是其中的部分内容。而且，信息活动的主体是人而不是机器。在社会经济活动中信息活动是有组织进行的，人的素质和管理者的水平对信息活动的效率和有效性起着决定性的作用。事实表明，即使是在当今信息化程度最高的国家，社会活动中的大部分信息仍由人直接处理。技术、组织管理和人是信息化生产力的三个重要因素，也是推进信息化的三项关键资源。在一个组织内先进技术的应用必须有相应的组织变革和人的发展相匹配，否则，先进技术就不可能发挥其应有的效能。技术进步的幅度越大，组织变革就应更深刻，对人的素质的要求更高。这是现代社会生产力发展的客

观规律。

2. 国家信息基础设施

(1) 国家信息基础设施的内涵

人类社会发展的各个阶段都有反映其时代特征的基本物质条件及基础设施，农业社会的基础设施是耕地和播种、收割所用的工具器械；工业社会的基础设施是燃料和使用燃料的机器设备。在信息社会中，信息技术的迅速发展和广泛应用逐渐改变着提高人类的生存和生活方式，以计算机技术、通信技术和网络技术相结合为基础所形成的技术与物质环境构成了反映信息社会特征的重要的社会基础设施。

在信息化建设中，各国都将信息资源开发和网络建设作为国家的发展战略重点；同时，信息资源开发和网络建设也成为新的国际竞争焦点。

20 世纪 90 年代以来，全球范围内掀起了信息基础设施建设高潮。建设高潮起源于美国的信息高速公路建设计划。1991 年，美国国会通过了高性能计算和通信计划，1993 年美国提出“技术经济增长的发动机”的报告，旨在加速科技成果商品化的六个重大决策，其中第一个就是建立新型信息网络，即信息高速公路。1993 年 9 月，美国总统克林顿和副总统戈尔正式提出了《美国国家信息基础设施：行动计划》（NII, National Information Infrastructure）即信息高速公路建设计划。

国家信息基础设施是指一个全国范围的信息网络系统，它将学校、研究机构、企业，图书馆、实验室的各种资源连接在一起，并被人们所共享。这使全体公民能从丰富的信息资源、计算机和通信技术中受益，使任何人能在任何地点、任何时间，将文本、声音、图像、视频信息传递给在任何地方的任何人。国家信息基础设施涉及的产业包括电话、有线电视、无线通信、通信和计算机设备、软件、出版和娱乐等众多的行业。国家信息基础设施的建设将使生产率提高 20%~40%。

(2) 国家信息基础设施的组成

国家信息基础设施首先是指一个集成的、覆盖整个国家的信息设施的总和。该设施连接全国各地区的政府机构、企业、学校和家庭，是全部公用的及专用的、政府的及企业的、高速交互式的、窄带的及宽带的网络的集合。其次，国家信息基础设施还包括信息设施之外的内容。在美国《国家信息基础设施：行动计划》中，国家信息基础设施被定义为：“……是一个能给用户随时提供大量信息的，由通信网络、计算机、数据库以及日用电子产品组成的完备网络”。因此，国家信息基础设施是一个广义的概念，它不仅仅指传递、存储、处理和显示声音、数据及图像的物理设备。国家信息基础设施包括：广泛和不断扩展的多种类型的设备；上述各种物理设备相互组合并集成；应用系统和软件；网

络标准、传输编码和人。具体地说，国家信息基础设施由通信网、计算机、信息和人四个部分组成。

通信网

通信网是使用交换、传输设备连接地理上分散的用户终端设备，提供信息交换的网络系统。作为国家信息基础设施的一部分，通信网应覆盖国家的主要地域及行政区范围，为其他各类公用网和专用网提供方便的接入环境，并进行互操作。通信网还应能以从低速到高速的多种速率，传递包括文本、声音、图像和视频等各种形式的数 据，能在任何地点、任何时间提供通信服务。

计算机

通信网上的高性能计算机是网络的重要资源，是提供智能交换以及增强网络服务的基础。此外，计算机还包括功能强大的个人计算机和工作站，及在网上分布的计算应用。

信息

信息资源的开发和利用是信息化建设的核心内容，也是国家信息基础设施建设的重要组成部分。信息资源的主要形式是大中型数据库，此外还包括以各种形式存在的面向公众服务的各类信息。

人

在这里，人有两个方面的含义。首先，国家信息基础设施的建设和正常运转需要各类高级技术和管理人才。其次，人是国家信息基础设施的最终服务对象。国家信息基础设施的建设目的，就是通过高速通信、信息交流和资源共享，加速科技发展和文明的传播，全方位地改变人类社会的各个方面，改变产业的研制、生产、销售和管理方式，使人类能以崭新的形式工作、学习和休闲。

(3) 国家信息基础设施的层次结构

国家信息基础设施由以下四个层次组成：传输层、网络层、终端系统和信息服务。

传输层属于通信网部分，是通信网的最底层。其任务是传输信息。传输层的主要设备是高速率、大容量、宽频带的传输干线，并辅之以电缆、卫星、移动通信等多媒体、多接入的传输手段。

网络层包括通信设备和计算机设备。其任务是交换信息，控制、调度、管理网络以提高运行效率。

终端系统可分为电信类终端、计算机类终端和声像类终端三种类型。电信类终端主要有电话、传真机、寻呼机等设备；计算机类主要指各种数据传输终端；声像类的包括有线电视、可视图文、立体声设备等。这些设备为用户提供了方便使用各种媒体信息的手段。随着各类信息的数字化和标准化，这三类终端将逐步合并成为具有统一网络接口的多媒体终端。