



中国人民大学



McGill University

合作出版管理学丛书

管理信息系统

朴顺玉 陈禹 编著

中国人民大学出版社

编者的话

当今，在竞争激烈的环境中，信息已成为现代生产系统中，最重要的投入。管理人员和决策者所面临的新课题是如何把信息看作一种有价值的基础性资源，认识信息在物质社会活动中的先导作用，充分发掘其潜力并卓有成效地加以利用。建立计算机信息系统是完成这个使命的重要途径，也是实现管理现代化的主要步骤，它已成为经营管理和决策部门的客观需要，也是一项基础性的建设。

计算机信息系统是一门学际性很强的学科领域，它涉及经营学、管理学、组织学、系统论、信息论、控制论、计算机及通信学科等多学科领域。可见，建立一个大的信息系统是一个相当复杂的系统工程，不仅技术复杂、难度大，工程的组织管理也非常复杂，并要耗费大量人力、资金和时间，不仅如此，信息系统的建立、应用及其发展还要直接受社会、组织文化等多方面的影响。

过去的几十年里在管理信息系统的发展中有很多成功的经验和失败的教训。最主要的一点是，凡成功的信息系统，用户管理人员和开发人员配合都很默契。其主要原因之一是，用户管理人员掌握了计算机和信息资源管理方面的基础知识，并能主动参与信息系统开发全过程。

当前，分布式信息处理系统迅速发展，这种信息系统不仅要求用户参与系统的开发，还要求用户负责管理系统运行所需要的软件、硬件设备和系统工作人员，所以用户管理人员掌握这些方面的知识是非常必要的。

本书是工商管理硕士（MBA）的系列教材之一，主要阐述了管理信息系统的基本知识，主要内容有信息处理技术、组织中的信息系统、信息系统的改善等，具有由浅入深、循序渐进、注重基础、兼顾广而新的特点。学生通过学习掌握计算机管理信息资源方面的基础知识，结合所学的管理学、组织学、经济学、系统工程、统计学等方面的知识，为有效地利用信息系统，并参与信息系统的开发。担负信息系统的管理、维护及组织领导工作打下基础。本书也适合从事实际工作的管理人员用来了解信息管理和处理的基本原理和技术，掌握信息系统的开发方法，便于正确地运用信息系统，科学地组织、管理和领导信息系统的开发、运行、维护，充分发挥信息系统的潜在作用，提高经营管理水平和决策的科学性。

本书由朴顺玉教授主编并执笔编写了第二部分，第一、三、四部分由陈禹教授执笔。

加拿大麦吉尔大学管理学院 M. Wybo 教授和中国人民大学施礼明教授对本书编写大纲提出了宝贵意见，施礼明、王星明教授认真审校了全书，借此向他们表示衷心的感谢。

本书参考和引用了一些现成的资料，在此对这些资料的作者一并表示深切的谢意。

由于我们水平有限，加上时间仓促，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

1994年4月

加方序言

本书是中国人民大学与麦吉尔大学合作出版管理学丛书之一。这套丛书是中加大学管理教育项目第二周期(CCMEP) 麦吉尔大学与中国人民大学交流项目里的一项活动内容, 由中国人民大学编写, 共计 16 本。这套丛书的重要意义就在于, 它结合了中国的实际, 符合管理教育中十分强调的理论联系实际的要求。

在本套丛书的研究、写作与编辑过程中, 中国的吉林大学、兰州大学与加拿大的卡尔顿大学和舍尔布鲁克大学也作出了重要的贡献。在此之际, 谨以这六所相互合作的院校的名义, 我愿向加拿大国际开发总署(CIDA) 和中国国家教育委员会的鼎力支持表示衷心地感谢。在他们的大力帮助下, 我们的校际交流项目经历了由 1983 年开始的加中大学管理教育项目第一周期的活动, 经历了由 1988 年开始的加中大学管理教育项目第二周期的活动, 最后在 1991 年 9 月建立了中国的工商管理硕士学位(MBA), 以及本套丛书的出版。所有这些成就都表明中国的管理教育在不断发展变化。

中国人民大学在工商管理硕士(MBA) 这一崭新学位的建设上花了很大的气力。他们派人到加拿大的大学里考察学习, 参与课堂实践, 撰写研究论文, 研究加拿大 MBA 的教育体制。当他们回到中国之后, 大胆地革新教学的方法与手段, 不断地摸索中国工商管理硕士教育的道路。中国人民大学教授们的努力, 定会带来丰硕的成果, 为中国培养出更多的新型管理人才。

中国人民大学强调教学与科研并重, 因此, 在这套丛书里反映出了作者们的研究成果, 使广大读者开卷有益。实际上, 中加大学管理教育项目中的一个主要目标就是, 在科研与培训中形成这种乘数效应。

最后, 我真诚地希望所有的教授与学生们对此书提出批评与建议。这将对开拓管理学与管理教育极为有益。

CCMP 国家项目协调员
麦吉尔大学管理学院院长
W. B. 克劳斯顿博士

1994. 4

中方序言

为了适应社会主义市场经济条件下企业管理的需要，培养德、智、体全面发展的务实型高级管理人才，必须改革目前的管理专业设置和课程体系。

管理专业的学生应认真研究中国经济建设与社会发展的方向和特点，跟踪现代管理理论和实践的发展趋势，学生们不仅在理论上要有所建树，而且要有较强的实际工作能力。为此，管理专业的学生在校期间要系统地学习经济学、财政金融、会计、生产管理、市场营销管理、信息系统管理、国际工商管理，以及战略管理等相关管理学科的知识。

改革开放的发展，要求在实现管理现代化的过程中，必须大胆吸收和借鉴当今世界各国的一切反映现代化生产规律的先进经营方式和管理方法。为此，在中加大学管理教育项目进行第二周期活动的过程中，中国人民大学工商管理学院与加拿大麦吉尔大学管理学院相互合作、共同编审出版这套既适合中国国情、又吸收外国先进经营方式和管理方法的管理学丛书，以期推动并完善中国工商管理硕士课程的建设。

在与加拿大麦吉尔大学管理学院友好合作的过程中，我们衷心地感谢该管理学院院长 w.B.克劳斯顿博士、副院长那格博士，以及其他编委为本丛书的顺利出版所做出的贡献；感谢该院其他朋友们在本丛书的编辑出版过程中给予的诚挚合作；最后，我们还要感谢加拿大国际开发总署通过麦吉尔大学为本丛书的出版所给予的财务资助。我们殷切地期望中加大学管理教育项目会顺利而持久地开展下去，并在更广阔的领域里获得更大的成功。

中方编辑委员会

1994年3月

管理信息系统

第一部分 引论

信息系统工程（或称信息系统的分析与设计）是在信息技术（包括电子计算机和现代通信技术等）迅速发展的基础上，现代管理科学的一个新的分支。它的目的是运用现代化的信息技术手段，从根本上改造与提高组织内部的信息管理体制与方式，从而提高管理工作的水平及效率创造条件。

该学科的目标本身决定了它的交叉学科的特征。它涉及管理科学、计算机技术、通信技术等多个学科的概念与理论方法。为了便于后面的讲述，在这一部分中，明确若干基本概念——信息、系统、管理信息系统、信息系统工程，并介绍若干基础知识及背景资料，为后面各部分提供基础。

第一章 基本概念

本章介绍几个基本概念：信息、数据、系统、信息系统，其重点是信息系统。全书的中心就是怎样认识、描述、改造和管理企业中的信息系统。

第一节 信息与数据

信息一词目前在各个领域都得到广泛的应用，然而，其含义往往是不同的。在日常生活中，人们常常把信息、讯息、消息、数据等名词互相混用。在通讯等专门领域中，它们又有各自不同的含义。例如，在信息论中，信息有时被定义为不确定性的因素。在一些理论研究中，它又被定义为实体、属性与值所构成的三元组等。众说纷坛，莫衷一是。

在信息系统工程中，对于信息和数据，我们采用以下适合我们的目的而又比较实际的定义。

信息是对客观世界的现象，通过直接观察或对讯息的语文解释而得的知识。需要说明的是，讯息 (message) 是通讯理论中的一个概念性的实体，而信息 (information) 如上定义所述，是指人们对客观世界的认识，即知识，或严格地讲，边际知识 (即新增加的知识)。讯息是人们通讯活动中的实体，而信息可以说是讯息的含义或内容。

数据是存储在一种媒介物上的非随机的记号或符号，它通过有意识的组合来代表关于客观世界中某种实体 (具体对象、事件、状态或活动) 的信息。从这个定义可知，谈到数据必须考虑两点：(1) 符号的问题；(2) 数据的媒介物问题。表示数据的符号是多种多样的，可以是自然语言，也可以是电报用的莫尔斯码，也可以是计算机语言或其他，由此引出种种编码及译码的方法。

总之，信息和数据两个概念是应该加以区分的，尽管在日常生活中，它们经常被混用。把二者加以区分，对于信息系统工程来说是十分重要的。

信息的概念十分广泛，它的种类很多，各种属性也互不相同。例如，我们可以列举出以下一些最常见的不同的信息：

- 定量信息与定性信息；
- 文字信息与数字信息；
- 确切信息与模糊信息；
- 简单信息与组合信息；
- 格式化信息与非格式化信息；
- 系统内部信息与外部环境信息；
- 自然信息与社会信息；
- 技术信息与经济信息；
- 重要信息与次要信息；
- 原始信息与派生信息；
- 固定信息与变动信息；

因此，我们可以从各种不同的角度对信息这一概念进行不同的讨论。其中与信息系统工程有关的问题，我们将在后面讨论。

信息概念的重要性在于，它在人类一切社会活动中都是基本条件之一。人们把它与物质、能量并列为最重要的概念，是十分正确的。人们从事种种社会活动，总是要交流思想，记录情况，分析问题，这些都是在处理信息。自从人类进入文明社会以来，就一直在以种种方式记录与处理信息。随着社会向前发展，信息及其处理越来越重要，工作量越来越大，工作越来越复杂。特别是近几十年来，这种情况已经引起了全社会的注意。越来越多的人认识到，要有效地进行一项社会活动，不仅需要物质和能量条件，而且要考

虑与信息有关的各种问题。这就是为什么说当今世界已进入“信息社会”的发展阶段。

第二节 系统与信息系统

对于系统一词目前学术界尚无统一的定义。我们可以从以下描述开始讨论：系统是若干个相互作用、相互依存的部分所组成的整体。

系统与其说是一种具体对象，还不如说是一种研究事物的方法。任何事物都可以分为若干部分，所以可以说处处是系统，事事是系统。事实上，只有当我们把注意力集中于它们各部分及其相互关系时，才明确地指出系统性。我们常讲：把企业当作一个系统看待，把组织当作一个系统看待，就表明了这一点。

现实世界中系统可以分为自然系统，如太阳系统、神经系统等等；以及人为系统，如教育系统、工业系统等等。系统工程所处理的对象都是人为系统。

一个系统作为抽象模型来看，有其共同的基本组成部分。

(1) 输入：由系统来处理的东西；

(2) 处理过程（简称处理）：对输入按照一定的方式进行处理而产生输出，在社会经济系统中，更具体地指作出决定与采取行动这两类活动；

(3) 输出：由系统操作而得到的结果。

分析研究一个系统，除了要了解各个组成部分在系统内部的相互关系和相互作用外，还要看这些组成部分对于外界影响是如何反应的。用控制论的术语来讲。外界影响称之为环境，环境对系统的影响称之为刺激或冲击，而系统对环境的影响称之为反响。刺激或冲击相当于系统的输入，而反响则相当于系统的输出。一个系统对于任何一个刺激是如何反响的，在很大程度上决定于各个组成部分在系统内部是如何组成的。系统与环境之间的相互作用表现为外界（系统的用户和设计者）提出的限制以及系统的反馈控制。

限制包括两种：一是系统的目的，即系统应得出的结果，也就是系统的输出；另一种是约束，即对系统的目的（输出）所加的限定条件。例如，某一具体的计算机系统的目的是提供（输出）某种具体的报表，对这种报表所加的约束，即为对表的格式的规定，如共有多少栏，每栏的标题，共有多少行等等；信息范围的规定，如起迄日期，表的内容等等；使用规定，如怎样使用该表和由谁使用，使用该表得出的结论和由谁来采用这些结论等等。

反馈是对系统的一种控制，它把输出与预定的标准相比较，看这个输出是否符合标准；若有任何差异，即采取纠正措施来进行控制。一个库存控制系统就可以是一个带反馈的系统：预先规定最低库存量，当库存达到或低于它时，就立即发出通知，要求再订货。

系统可从不同的角度来分类。就其与环境的关系而言，系统可分为封闭系统与开放系统。

(1) 封闭系统，即环境对系统无影响。完全的封闭系统是罕见的；而常见的是相对的封闭系统，即其输入受到控制，因而可免受环境的干扰。例如，一个计算机程序以预先规定的方式处理预先规定的输入，就是一个相对封闭系统。

(2) 开放系统，即环境总是对系统有影响的。这种系统有能力接受未预料的输入，而且常具有适应性，即能随环境而变，以维持其存在。例如，一个企业对市场需求反映敏感，能改变其销售方式、调整价格、更改产品及其他等等，即具有适应性。信息系统工程中通常都是研讨具有适应性的开放系

统，而且力求改变系统，使之更具适应性。

从系统的结果来看，系统又可有如下分类。

(1) 肯定型系统，即系统的行为可以完全预料到，数控机床即为一例。

(2) 非肯定型系统，即系统的行为不能完全预料。非肯定型系统一般都是开放系统，即输入输出都相当或很复杂，因而不能完全预料到系统的行为。例如，一个企业的销售系统就是一个开放的、非肯定型系统，市场需求的商品的品种及其数量以及商品供应来源等等都是不能完全预料到的。

系统又有简单和复杂之分。这种区别主要是决定于系统内各个组成部分之间关系的多少以及在一定程度上决定于系统所包含的组成部分的个数。例如，一台电动洗衣机就是一个简单系统，因为其中部件不多，且部件之间的关系也不复杂。一个企业就是一个复杂系统，而一个大企业则是一个很复杂的系统。

分析研究一个大型复杂的系统时，要详尽而具体地了解系统的运行状态，就有必要把这种系统分解为若干部分，即子系统，而且可逐层分解下去；并且还能反过来，逐级集成，最后回到原来系统的整体。

综上所述，信息工程中所研究的系统是人为的，一般是大型复杂的、非肯定型的、开放的系统。分析研究一个系统，要从以下几个方面着手。

(1) 明确系统的目的，即系统是干什么的或完成什么任务的，也就是系统的输出是什么。

(2) 分析系统的目的是如何达到的，即系统运行经过输入、处理与输出的流程。

(3) 区分系统与环境，确定系统的界限或范围。系统与环境的关系是通过输入与输出实现的；环境对系统所加的限制也是通过输入与输出来实现的。分析输入与输出、划清系统的界限，有助于对系统的深入了解；环境因素是不可控制的，而系统内部的运行状态一般是可以控制和自动调节的。系统外部因素的作用则是对系统的约束，系统必须顺应它而被动调节。

(4) 系统的分合性，即可将系统分割为若干个子系统，并可反过来再合并为一个整体。上述(1)，(2)，(3)均适用于子系统的分析。

(5) 系统的自顶向下层次结构。复杂系统是很难一下子了解清楚的，按上述第(4)条，把系统分解为若干个子系统后，仍有可能难以掌握和不易了解清楚；因此有必要再进一步把子系统分解为若干子子系统，子子系统又可再分解为若干个子子子系统，如此类推，一直分解到便于掌握和易于了解为止。

(6) 注意系统的因变性与适应性，特别是在信息系统的分析研究中更不容忽视。因为信息系统作为一种人为系统，随环境与情况的改变，需作相应的改变。

对于上述六个方面，这里只作概括性的介绍，至于如何具体地运用这些原则以及实现这些原则的方法与技术，将在以下有关章节中详细叙述。

信息流始终存在于一个组织之中，而且是对其他流进行控制的根据。一个组织及其各职能子系统要充分有效地进行工作，就必须利用信息；而上下级间以及平行各级之间能在统一领导下彼此协调地进行有效的工作，关键在于它们之间的信息流被很好地组织了起来。在企业生产经营活动中，伴随物流、事务流及其他流的产生，总同时产生一个相应的信息流。这就表明在一个组织的全部活动中存在着各式各样的信息流，而且不同的信息流用于

控制不同的业务活动。若几个信息流联系组织在一起，服务于同类的控制和管理目的，就形成信息流的网，称之为信息系统。

从人作为认识的主体来看，信息的形成、表达和传输要经过几个过程。人们在接触客观世界中的现象时就会产生感觉和知觉，而在人的意识中形成外界现象的一个概念，即称之为知识或信息。这一信息形成的内部过程就叫做感知过程。当人们要把他们所得到的知识或信息告诉别人时，就得用信号或符号（语言）来表达。把概念用信号或符号变为外部表达的转换，就叫作表达过程。这种外部表达的符号即称之为数据。由此即引出上节中信息和数据的定义，从而可知，信息是抽象的实体，而数据则为物理的实体。于是数据即可用人们意识以外的设备来处理。电子计算机就是一种数据处理设备，用它可以收集、存储、处置和传送数据。

第三节 信息系统的功能

为了满足管理者的信息需求，信息系统需要完成大量的信息处理工作。虽然各种类型的信息系统在具体内容与侧重点上有很大差别，但是其基本功能均可以概括为五个基本方面：数据和信息的收集、存储、加工、传递和提供。

一、数据和信息的收集

任何信息系统，如果没有实际的信息，那么它理论上的功能再强，也是没有任何实用价值的。根据数据和信息的来源不同，可以把信息收集工作分为原始信息收集和二次信息收集两种。原始信息收集是指在信息或数据发生的当时当地，从信息或数据所描述的实体上直接把信息或数据取出，并用某种技术手段在某种介质上记录下来。二次信息收集则是指收集已记录在某种介质上，与所描述的实体在时间与空间上已分离开的信息或数据。这两种收集在许多问题上是有原则区别的。

原始信息收集的关键问题是完整、准确、及时地把所需要的信息收集起来，记录下来，做到不漏、不错、不误时。因此，它要求时间性强、校验功能强、系统稳定可靠。由于它是信息系统与信息源直接联系，而信息源又具有本身业务的特殊属性，因此，在技术手段与实现机制上常常具有很大的特殊性。

二次信息收集则是在不同的信息系统之间进行的，其实质是从别的信息系统得到本信息系统所需要的关于某种实体的信息（实际上往往不是两次传递，而是经过多次传递），它的关键问题在于两个方面：有目的地选取或抽取所需信息和正确地解释所得到的信息。由于这时所得的信息从时间上和空间上已经离开了所描述的实体，从严格的意义上讲，已无法进行校验。所谓正确解释是指不同的信息系统之间在指标含义、统一口径等方面的统一认识，以防止误解。

在实际工作中，业务信息系统常常涉及原始信息收集，而其他几种信息系统主要涉及二次信息收集。当然，这两者的区分是相对的。例如，某一地区的某些经济指标是由各县的数据加工而得的，省计委可以视从地区收集信息为原始收集，但是从另一方面来看，所谓地区这一实体是虚的，其属性值的计算是依据其下属单位所提供的数据加工而得的。因此，省计委和地区计委之间的关系同样需要注意指标解释、口径统一等二次信息收集中所应考虑的问题。我们区分二者只是为了说明在各种情况下应该考虑的问题。

二、信息的存储

信息系统必须具有某种存储信息的功能，否则它就无法突破时间与空间的限制，发挥提供信息、支持决策的作用。即使以信息传递为主要功能的通信系统，也要有一定的记忆装置，否则就无法管理复杂的通信线路。

无论哪一种信息系统，在涉及信息的存储问题时，都要考虑存储量、信息格式、存储方式、使用方式、存储时间、安全保密等问题。简单他说，信息系统的存储功能就是保证已得到的信息能够不丢失、不走样、不外泄，整理得当、随时可用。为了实现这些要求，人们在逻辑组织与技术手段上都做了大量的工作，取得了显著的成效。

在各类信息系统中，存储的要求是不同的。业务信息系统中，需要存储的信息格式往往比较简单，存储时间比较短，但是数量则往往很大。管理信息系统与决策支持系统中的信息格式比较复杂，要求存储比较灵活，存储的时间也较长，因此信息存储问题的难度较大。办公信息系统在数据存储上的特点是灵活性要求高，而且往往是多种技术手段并用，表现出结构上的复杂性。至于存储量，由于办公信息系统一般都是以前三种系统为依托，所以相对来说比较小。

三、信息的加工

除了极少数最简单的信息系统，如简单的小型查询系统外，一般来说，系统总需要对已经收集到的信息进行某些处理，以便得到某些更加符合需要或更加反映本质的信息，或者使信息更适于用户使用，这就是信息的加工。

信息加工的种类很多。从加工本身来看，可以分为数值运算和非数值处理两大类。数值运算包括简单的算术与代数运算，数理统计中的各种统计量的计算及各种检验，运筹学中的各种最优化算法以及模拟预测方法等等。非数值数据处理包括排序、归并、分类以及平常归入字处理(word processing)的各项工作。

关于信息的加工，有一点值得引起注意。一般认为，信息经过加工后，更加集中、更加精炼、更加反映本质。这在许多情况下是正确的。但是必须看到，加工精炼过程是人们按照自己已有的认识，去粗取精的过程，必然舍弃了某些自己认为“粗”的、带偶然性的内容。这一取舍是否得当，往往是需要事后验证的。特别是，人们往往被数学方法的严密完整所镇慑，迷信所得的加工结果。殊不知数学方法的运用总有若干明显的或隐含的先决条件，这些条件是否具备并不是一个理论问题，而是一个实践问题。因此，对于信息加工的结果，我们应该持比较谨慎的态度。

在各类信息系统中，决策支持系统对信息的要求是最高的，这是由于管理决策常常要用到一些相当复杂的加工方法。管理信息系统也要用到各种类型的算法，但是往往是以比较固定的方式使用的，因此处理起来比较容易。业务信息系统与办公信息系统所使用的加工方法比较简单，但是由于它们使用频繁，要求加工速度快，在制定具体算法时，应认真考虑其效率问题。

四、信息的传递

当信息系统具有较大的规模，在地理上有一定分布的时候，信息的传递就成为信息系统必须具备的一项基本功能。系统越大，地理分布越广，这项功能所占的地位就越重要。

信息的传递并不只是一个简单的传递问题。信息系统的管理者与计划者必须充分考虑所需要传递的信息种类、数量、频率、可靠性要求等因素。

在实际工作中，信息传递问题与信息的存储常常是联系在一起。当信息分散存储在若干地点时，信息的传送量可以减少，但由于分散存储带来的存储管理上的一系列问题，如安全性、一致性等，就会变得难以解决。如果信息集中存储在同一点，存储问题比较容易解决，但信息传递的负担将大大加重。实际工作者常常面临这二者的权衡和合理选择。这正是我们要讨论的，必须从全局综合考虑信息系统的具体例证。可以想象，如果各种技术人员从各自的局部来考虑问题，是不可能达到全局最优的。

信息传递问题比较突出的是业务信息系统和办公信息系统。业务信息系统由于要尽可能地在信息源上收集原始数据，需要尽可能将收集信息的“触角”伸到所有的信息发生点上，而这些点在地理上往往是很分散的，因此通讯就成了一个重要问题。办公信息系统面对的是许多办公室工作人员，他们之间有大量的信息需要交流或共享，因此信息的传递工作量也是很大的。一般来说，二者区别在于，业务信息系统中的信息传递距离比较远，而办公信息系统中信息传递距离则比较近。目前阶段的管理信息系统与决策支持系统，规模都还不是很大，因此一般来说，信息的传递还不很频繁，任务不很繁重。当然，随着系统范围的扩大，这些系统中信息传递的任务也会逐步增加。

五、信息的提供

信息系统的服务对象是管理者，因此，它必须具备向管理者提供信息的手段或机制，否则它就不能实现其自身的价值。提供信息的手段是信息系统与管理者的接口或界面，它的情况应由双方的情况来定，即需要向使用者提供的信息情况以及使用者自身的情况。

从需要向用户提供的信息来看，决策支持系统的复杂程度及灵活性要求是最高的，因此，对话式的用户接口是比较适宜的，固定的例行服务方式往往难以满足要求。办公信息系统则是既有例行的任务又有随机的要求，固定的例行信息服务固然不可缺少，满足随机信息需求的服务途径同样也是需要的，这正是办公信息系统需要认真考虑的一个重要问题。业务信息系统和管理信息系统，一般倾向于提供固定的例行信息服务。对于这两种信息系统，由于使用者主要是中下层的管理人员，因此，信息提供方式的简明易用是十分重要的，系统的设计者应当利用各种方法，避免误解，提高清晰程度，以便保证信息被正确地理解与使用。

以上列举了信息系统的五项基本功能。在具体的信息系统中，它们的实现机制是极不相同的，在设计中考虑的优先次序也是因系统而异的。但是，任何一个信息系统，都必须设置必要的部分去完成这些功能，任何一个环节上的疏漏都将使整个信息系统失调。现将以上的讨论用表格形式予以综合(见表 1.1)。

各类信息系统的功能特点

功能	业务信息系统	管理信息系统	决策支持系统	
收集	以原始信息收集为主,注重检验功能	以二次信息收集为主	以二次信息收集为主	以二次
存储	存储格式简单,存储量大,存储周期较短	存储格式较复杂,存储量大,要求长期存储	存储格式很复杂,存储量大,要求长期存储,包括大量外部及历史信息	存储和存储技术手段
加工	加工方法简单,要求稳定、可靠、加工速度快	加工方法比较复杂,要求稳定、可靠,需要使用某些数学模型与方法,使用方法固定	加工方法复杂,要求灵活易变,需要使用许多数学模型方法,使用方法不固定	加工方法可靠,用简便
传递	要求具有远程传递信息的功能	目前阶段要求较低	目前阶段要求较低	要求具
提供	以固定、例行的服务方式为主,要求简明易用,常用表格方式	以固定、例行的服务方式为主,要求简明易用,常用表格方式	以灵活的、随机的服务方式为主,常用对话方式	既要有又要和方式,强

第四节 信息系统的评价与改进

研究和考虑一个社会经济系统中的信息系统，根本目的在于改善它。谈到改善信息系统，首先必须确立正确评价信息系统的标准。本节将从管理的需要出发，讨论这些问题。

信息系统是为管理服务的，当然，对它的评价也应该以管理服务的情况为准则。人们在这个问题上并不是从一开始就有足够的认识。H.Simon指出：“美国大公司中建立的第一代管理信息系统被证明基本上是失败的，原因就在于这些系统的设计者们不是以保证管理者的注意力不被分散到无关紧要的方面为目标，而是以提供更多的信息为出发点的。”我国的实际情况中也常见到这样的片面认识，有的单位把计算机用了多少时间，生成了多少表格，计算机的“覆盖率”的多少等作为考虑的标准，而不是去认真分析究竟为管理提供了多少有用的信息。因此，首先必须明确：对管理工作的信息需求满足到何种程度，是信息系统评价的基本准则。

根据这一总的原则，我们可以从以下几个方面具体地对信息系统进行考核与比较。

(1) 系统的功能，即信息系统能够为本系统的管理工作提供哪些信息服务，这里所说的功能是指信息服务，不是指某种具体设备（如计算机）的功能。例如，同为物资管理系统（或部），有的能够利用运筹学的方法对物资调运工作提出最优方案，有的则不能，我们认为前者的功能就比较强。又如，有的工厂的财务部门能够在八九月份根据已有资料作出后几个月的财务状况预测，有的工厂的财务部门则无法向领导提供这样的信息，显然，后者的功能就弱得多了。不管是以计算机为主要手段的，还是以手工处理为主的信息系统，我们都可以列出其为管理提供的信息服务项目，通过对比，比较其优劣。

(2) 系统的效率，即系统为完成信息处理任务而付出的人力、物力、财力、时间等情况。在比较时，可以完成同一项数据处理任务所花费的资源作为尺度。例如，完成年末结算工作和有关报表的生成；某单位用了一个月的时间、十个人，而另一个同一类型同一规模的单位用了半个月、八个人。我们就可以认为后一个系统的效率比前一个系统要高得多。谈到效率问题，一般总是从经济和时间两方面来讨论。人力、物力、设备都可以折算成一定的经济价值来计算与比较；但是时间则不容易折算，一般都用某些定量指标来衡量与比较。常用的时间指标有三个：吞吐量、单位业务处理时间以及响应时间。吞吐量是指在单位时间（如一天、一小时）之内，所完成的某种典型的数据处理工作的数量。例如，订货单处理系统中每小时所能处理的订货单的数量。单位业务处理时间与吞吐量是同一事实的两种表达方式，例如生成某报表所需要的时间等等。这两个指标多用于处理例行业务的系统，如财务系统、库存管理系统、销售业务管理系统等。响应时间一般用于查询系统、决策支持系统等要求实时处理的系统，它是指从用户发出查询或处理要求到用户得到所需信息的时间间隔。例如，飞机订票系统中，响应时间就是十分重要的。影响经济上或时间上的效率，并不只是设备，还有管理体制上的因素，不能以计算机显示或打印出来的结果为准，而应以使用者得到信息为准。

(3) 信息服务的质量，即系统向信息使用者提供的信息的可读性、适用性、准确性等。信息系统的作用与价值，只有通过使用它所提供的信息，切

实改善了管理，才能真正体现出来。因此。在比较信息系统时，必须看其提供的信息服务的质量如何。例如，有的系统提供的信息没有用汉字表达，这就大大限制了它的使用范围，如果通过技术上的改造，提供了汉字功能，则这个信息系统就得到了很大的改善。又如，把用冗长的表格提供信息改变为用一目了然的图形来提供同一批信息，这也是信息系统的一种改善。

(4) 系统的可靠性，即系统在遇到外界有意或无意的干扰下，保持自身正常工作的能力如何。处于千变万化的社会环境中的信息系统面临着许多不确定的随机因素，各种各样的干扰是不可避免的。一个信息系统，不管功能多强、效率多高，如果不具有足够的可靠性，外界稍有干扰就不能正常工作，那么，这个系统是无法真正发挥作用的。最常见的干扰是错误的信息输入，信息系统应当能够识别、区分，并分情况予以适当的处理。一些不成功的系统常常表现为在录入信息有错时，会干扰整个系统的工作，造成数据的混乱，给管理工作造成损失。此外，停电、通讯故障、恶劣的气候条件、火灾等自然因素的干扰，有人故意破坏所造成的人为的干扰，这些都需要能够抵御。这是信息系统很重要的评价指标。

(5) 系统的适应性，即当环境发生变化时，系统是否能比较容易地改变其结构与工作方式，以便在新的情况下顺利有效地工作。环境的变化是无法避免的。社会经济条件的变化，硬件软件技术的发展及更新换代，使用者新的信息要求的提出，都向信息系统提出了适应性的要求。有些信息系统由于适应性差、难于改动，造成使用寿命很短，甚至尚未研制出来，就已经过时了。随着计算机应用的发展，这个问题越来越突出，因为软件的修改是一项十分困难的工作。如果不是事先有充分的准备，不要说修改，就是读懂别人写的软件也是非常困难的。因此，适应性日益得到人们的重视，成为评价信息系统的又一重要指标。

以上所列的五个方面只是一般的讨论，列举了最常见的几点。事实上，能作为系统评价指标的，还有许多，诸如稳定性、敏感性、可测性等等，对于某些特定的信息系统，它们也起着十分重要的作用。

按管理的要求来检查我们周围的各级各类信息系统，我们可以见到大量的满足不了管理要求的情况。正是这些情况的存在，迫使人们去认真考虑信息系统的改善问题。

目前在各种社会经济组织中，比较普遍存在的信息系统的弊病，可以列举如下几点。

(1) 信息收集得不完整，管理工作所需要的信息没有及时、准确、完整地记载下来，在用的时候找不到。例如，有的工厂在考虑某种新产品是否应该上马时，找不到有关这种新产品的原料供应情况，如有多少家工厂生产所需原料，它们的质量情况如何、价格如何、订货方式、运输条件、到货时间等等；缺少这些信息就难以判断生产这种新产品是否具备条件，经济上是否合算，原料能否保证等等，因而也就无法有根据、有把握地作出是否上马的决策。缺少必要的信息，造成决策失误，带来巨大的经济损失，这样的事例在许多部门都可以见到。

(2) 信息盲目地重复收集，造成信息的不一致。为了校对或监督，有计划地采用双轨制收集信息，无疑是正确的。然而，现在普遍存在的是无计划地盲目地重复收集信息。这种情况不仅造成各级工作人员重复的无效的劳动，而且必然造成信息的不一致，即同一指标多个数值。显然，这种情况对

于管理者来说，不仅没有好处，而且造成假象，导致错误的决策，带来巨大损失。许多机关和企事业单位报表成灾，我们试分析一下其内容，常常会发现这种无计划重复收集的现象。

(3) 信息的传输速度太慢，以致失去了信息支持决策的作用。由于技术条件与体制问题，在我们许多单位中，信息的传递速度慢到令人难以容忍的程度，给工作造成许多损失。例如，某些外贸部门需要的信息不能及时得到，以致造成对外经济交往中不应有的损失。又如，有的部门的年度总结数字，直到第二年的十月份才能得出，对于制订计划、纠正偏差早已失去了作用。

(4) 信息在传递过程中严重失真。这种信息的失真包括无意造成的和有意造成的。手工处理信息难免发生错误，如果在信息系统中不有意识地采取措施，这种无意中发生的错误就会累加起来，使信息歪曲到无法使用的程度。在我国这种情况更加突出。不能否认，在目前情况下，有意歪曲信息的现象还是相当普遍存在的，从信息处理的角度来看，这也是必须解决的。

(5) 信息的存储不合理。这是指已经得到的消息由于存储的问题而得不到有效的充分的利用。我国专业统计队伍是相当庞大的，应该说，基本数据多数还是收集起来的，但是，没有得到充分的利用。这里有两种情况，一种是存储地点的不合理，在甲地经常使用的信息存放在乙地，距离远、手续繁琐，以致造成信息无法使用。另一种是存储方式不合理，即没有很好地按使用要求整理。例如图书馆中的书籍如果按到馆的先后次序顺序排列，那么对于找书的人就很麻烦；如果按某种科学的分类法分类存放，找书的人就会节省大量的时间和精力。我们许多宝贵的数据正是处在缺乏整理的状况之中。在许多机关中，文件柜多得不可胜数，某机关平均每人管五个柜子，除了主管者外，别人都无法找出需用的资料。有的机关中存放的报表多得必须放到地下室去，以致被老鼠咬坏，与此同时，需要信息的人员却苦于找不到所要的信息。这方面存在的问题是十分严重的。

(6) 对收集到的信息没有进行科学加工，或者加工的方法不科学。从基层收集的大批信息，带来了丰富的第一手资料，但是，要得到更本质的信息，还要对它进行科学的加工处理。这方面许多部门与单位并没有做好，大量的宝贵的第一手材料没有得到有效的利用。数理统计、运筹学、模拟预测技术都为我们提供了加工处理信息的许多有效的科学方法，这对于提高管理水平是十分有用的。由于管理体制与技术上的原因，这些方法的普及与使用还刚刚开始。另一方面，信息加工的方法不够科学，不仅没有发挥信息辅助决策的作用，反而起了不好的作用。例如，随意抽取个别事例，以点代面的使用方法，使数据成为某一种片面观点辩护的工具。又如，不加区别的汇总常常掩盖了各类实体的区别，得出的总数并不反映事物的本质。总之，对于信息加工这一环节存在的问题应给予充分的认识。

(7) 信息提供的方式不好。信息必须由人们使用之后，其价值才能发挥出来。因此，如果信息提供的方式不好，信息得不到充分的利用，那么前面的收集、存储、传递、加工就都成了没有意义的活动。目前在我国，报表仍然是提供信息的主要手段。有的报表内容大多，不得要领，又不容易阅读，事实上发挥的作用很小，往往被塞到书架底下。在许多情况下，高层领导需要了解的是大的趋势与动向，而不是小数点以后多少位的精确数字，因此，图形往往能发挥更大的作用。而目前的不少信息系统并没有在这方面下决心去改进，因而使得所提供信息的使用率很低。

(8) 许多信息系统只能满足例行的信息需求,而不能满足随机的信息需求。目前在机关和科室工作的人员,基本上都在从事信息服务工作。但是他们所做的工作主要是完成例行的日报、月报、年报之类的例行信息处理工作,他们对领导或上级主要是提供例行的信息服务。但是,随着经济体制的改革,各级领导与管理人员越来越多地提出了许多临时性的即随机的信息需求,恰恰是这些信息需求,在他们的管理工作与经营决策中起着决定性的作用。我们现行的信息系统往往不能迅速满足这些随机的信息需求。

以上的各种弊病在各级各类信息系统中是相当普遍存在着的。各级领导在实际工作中已经越来越深切地体会到信息的重要性。掌握准确的信息是科学管理的前提,正确地使用信息是做好决策的基础,这一思想已经逐步为各级领导及管理人员所接受“近年来,在开放搞活的经济体制改革中,面临着大量急需解决的新问题、新情况,许多企业、部门的领导人都痛感信息不灵的严重危害,明确地提出:“信息系统是我国最薄弱的环节”。这不是一个偶然的现象,而是社会发展生产所导致的必然后果。改善各级各类信息系统确实已经成为一种迫切的社会需要。

上面列举的种种问题是由多方面的原因造成的,必须给予客观的实事求是的分析。

首先,许多问题的产生来源于信息管理体制的不合理。就目前情况来看,多数社会经济系统中的信息管理体制并没有经过全面的考虑与有意识的规划,而是在历史发展过程中自发地、无计划地形成的。

其次,技术手段的落后也是产生这些问题的重要原因。例如前面谈到的信息存储中的种种弊病,如重复存储、难于使用等,都是和文字纸张作为信息的主要载体分不开的。

第三,这些问题的产生还来源于人们的信息意识不强。所谓信息意识是指对信息的重要性,对自身的信息需求,对自己所承担的信息责任等问题的认识程度与自觉程度,首先是各级领导干部的信息意识。如果担负决策任务的各级领导干部对信息的重要性认识不足,对于自己所需要的信息不清楚,就不可能对信息系统提出确切的要求,更不可能对信息系统进行有效的组织与管理,这样,种种弊病的出现也就成为不可避免的了。因此,对信息系统来说,领导的信息意识是非常重要的决定性因素。

因此,信息系统的弊病是由多方面的原因造成的。对每一个具体的信息系统,其程度与情况都是各不相同的,不能泛泛地讨论,在考虑信息系统的改善时,必须首先对产生问题的原因有切实的了解。

针对产生弊病的原因信息系统的改善也应该从下面三方面进行。

首先,也是最重要的,是对信息管理体制的整顿与改造。任何一个社会经济组织,首先必须对自身信息系统的状况进行分析。

与研究,切实抓住需要解决的薄弱环节与不合理现象。这项工作是管理现代化中的一项基础工作,是一项具有重要意义的工作。如前所述,现行的信息系统是在不自觉的、自发的历史发展过程中形成的;有目的、有组织的调查研究本身就是一个进步,就是一个新的开始。

其次,在上述调查研究和整顿的基础上,有针对性地采用先进技术,包括电子计算机、现代通讯设备、现代办公设备等等。这些技术的使用不仅能够使系统中的薄弱环节得到加强,而且能够逐渐形成新的以前无法实现的系统结构,实现许多以前无法做到的新的功能。这将是改造信息系统的关键一

步。

此外，还应该从各方面努力，提高各级各类人员的信息意识，这对于信息系统的改善也起着很大的作用。具体的方法可以有多种多样，如培训、宣传等等，但是最有效果最有说服力的方法是本单位、本部门的实际事例，即以发生在大家身边的具体事例，说明忽视信息造成的损失，同时说明注意改善信息系统，有计划地采取措施就能带来效益。

这三方面的工作是有内在联系的，必须强调第一项是应最早进行的，不把这项工作做好，后两项工作就是无的放矢。不弄清系统中哪些环节需要用计算机，就不知应该怎样使用以及使用什么类型的计算机。这会造成设备购置的盲目性，导致浪费资源。而且，这种失误还会带来消极的影响，使人们对新技术的使用产生怀疑，失去信心，这种情况在许多地方确已发生。类似地，对广大干部群众进行教育，也必须以调查分析为基础。空洞地一般地宣传信息工作的重要性，对于提高群众信息意识是不会有实际作用的，只有用实际事例来宣传，特别是用系统改善的实际成效来宣传，才是真正有说服力的。

第二章 管理信息系统

根据上章讨论的一般概念，对管理的实际工作而言，需要从管理的实际信息需求出发组织信息管理工作，建设信息系统，这就是有关管理信息系统的一系列概念与理论的由来。本章介绍 MIS（管理信息系统）的由来、发展、技术基础及社会因素。

第一节 信息在经济管理中的作用

各个学派的管理学家不约而同地对信息及其处理给予极大的重视，这是因为信息在社会经济系统中具有多方面的重要作用。信息的作用可以从以下这些不同的方面进行讨论。

一、信息的认识作用

人类知识的积累是信息收集与加工的结果。在管理工作中，经验是十分重要的。经验，实质上就是大量信息的累积、整理并从中抽象出规律性的东西。

从历史上看，管理学的发展是建立在大量实践经验基础上的。例如，有名的霍桑试验就是一例。

1927年至1932年，一批学者在美国西屋电气公司所属的霍桑工厂，进行了一系列实验，从生产场所的照明、组织结构的变更、福利措施的采用直到对管理方法的讨论，收集了大量的信息，在此基础上，对管理学提出了许多值得重视的观点与方法。这说明，和其他一切科学一样，管理学或一般的管理工作都应该从实际出发，注重信息的积累与分析。

信息的分析应该引起足够的重视，不经过认真的分析，规律性的东西是不会自然而然地表现出来的。分析的方法包括定性和定量两类。随着数学，特别是数理统计方法的广泛运用，定量分析的方法，如回归分析、参数估计等已为人们所熟悉和利用。当然，不应把数学方法绝对化，以致脱离实际的经济含义与管理背景。在许多问题上，仍然应该或只能使用定性的分析方法。

在我国的管理体制下，许多方面的信息收集还是比较完整的，但是往往没有得到充分利用，没有为经济建设和科学管理发挥应有的作用，这是十分可惜的。因此，强调信息的作用，开发信息资源，是十分必要的。

二、信息的心理作用

在管理中，信息还能发挥巨大的心理作用。

在社会经济组织中，除技术和社会的因素外，心理的因素也是不可忽视的，在某些情况下，它还能起相当大的作用。有经验的管理者都知道，职工的“士气”是能够产生巨大的实际力量的，组织或集体内部的融洽关系对于提高工作效率是十分重要的。那种把工作人员当作机器看待的观点，或者单纯干活拿工资的所谓“经济人”假设，已被证明是不能做好管理工作的。

信息对于社会经济组织的成员具有巨大的心理上的影响。例如，有的工厂定期把企业的技术进步和经济增长情况向职工公布，以鼓舞大家的工作热情；有的企业把远期和近期的目标交全体人员讨论，以统一认识，增强主人翁的责任感。反之，有些信息在不应扩散时，就应该严格控制，防止扰乱军心，涣散斗志。有经验的管理者，知道如何利用信息的积极的心理作用，而防止信息的消极的心理作用。

对此，我们也应有足够的认识。

三、信息的预测作用

信息不仅反映过去的情况，而且可以帮助我们预测未来，这就是信息的预测作用。这一作用对于管理学来说是十分重要的。没有预见，就没有正确的科学的管理，管理者必须充分发挥信息的预测作用。

用信息进行预测是建立在对于已有信息的深入分析的基础之上的。预测方法有多种，包括根据数学公式外推的方法、建立模型模拟的方法、根据多种因素的相互关系定性分析的方法等等。各种方法有各自的侧重点和优点，在实际工作中起着相互补充的作用。

应当指出，根据某一时段的部分信息，总结出经验性的规律，加以外推，这种方法是带有一定的风险的。因此，总结规律都是采用归纳法，而且往往是不完全归纳法。其中必然是保留了主要因素，而舍弃了其他次要因素。这里主次的区分常常带有某一段时间的特殊性，甚至带有加工者的主观性。所以，对于预测的结果不能绝对化地过分依赖，还要用实践来检验。我们这样讲，并不是否认或轻视信息的预测作用，而是表明，这种作用在于帮助人们实现科学管理，但是还具有相对性，应使用得当。

四、信息的控制作用

作为人为系统，社会经济系统总是围绕某一或某些设定的目标进行活动的。也就是说，在有某种控制的作用下，以保证目标的实现。这里的控制包括两种含义：其一是，系统力图保持自身稳定于某种状态之中，当发生偏离时，系统首先应该能够及时觉察，然后采取必要的措施，即指挥某些部分执行某种任务，使系统回到所期望的状态；其二是，系统从某种现存状态过渡到某种期望的状态，即采取一定的措施改变系统目前的运动状态，逐步地稳定地达到期望的状态。

在这两种情况下，信息都起着十分重要的作用。首先，对系统状态的感知，即收集有关自身状态的信息；其次，把目前状态与期望状态进行比较；再次，依据测得的偏差与事先设定的原则和标准，作出采取何种行动的决策；最后，把决策，即决定采取什么行动的命令下达给执行部门。显然，整个过程从实质上说，是一个信息处理的过程。

在控制过程中，信息的作用常常通过前馈和反馈两种方式来体现。所谓前馈是指在系统目前状态的基础上，预期或预先规定在未来某一时刻系统应处的状态，在达到这一时刻时，根据现实状态与预定状态的偏差采取调节措施。所谓反馈是指把测得的系统状态的信息作为输入信息，去决定采取何种调节措施。前馈一般出现在不可逆的不可再现的开放系统中，例如社会经济系统中的宏观经济政策问题；反馈则常常出现在相对封闭的可以再现的系统中，例如工程技术中的许多自动控制系统。从控制的类型看，前馈用于改变系统的状态，而反馈则用于维持系统的状态。

在控制问题上，人们经常考虑的问题包括：控制的灵敏性，即控制作用的见效时间；控制的可靠性，即“噪音”的影响；控制的稳定性，即控制的负作用及其所引起的波动的大小。不难看出，这些问题都和信息处理（包括收集、处理、传递）紧密相联。

五、信息处理不当的消极作用

信息处理不当的消极作用表现在两个方面。一方面，信息的误解、缺乏、延误会给管理工作带来巨大的损失，有时会造成决策失误，酿成严重的后果。另一方面，信息的不合理的使用，不适当的传播，也会给管理工作带来不必要的麻烦和干扰。有时，这两种情况可能混杂在一起，例如，用不恰当的方法对信息进行加工处理，而造成了某种假象或误解，即由正确的事实导出了

错误的结论，造成了决策失误。

信息的消极作用并不是信息本身造成的，而是由于信息处理工作的有意或无意的错误所造成的。在社会经济组织中，以至整个社会中，这种事例是屡见不鲜的。而且随着信息处理技术的发展，这种消极作用的危害会更加严重。因此，在讨论信息的作用时，我们必须注意到问题的反面。作为社会经济系统的组织和管理者，应该充分注意到这个非常实际的问题。

综上所述，在社会经济系统中，信息具有多方面的重要作用，管理学者和各级管理人员对此十分重视，这是完全必要的。

第二节 管理信息系统的简要历史

计算机化的管理信息系统的发展可从两方面来看：一方面是从计算机系统的工艺来看，即根据计算机的速度、内存容量、输入/输出的速度、高级语言的功效、数据通讯的范围与速度以及数据管理的功能等，来划分系统的发展阶段，即通常所谓计算机的分代。另一方面是从系统功能来看，即根据现有工艺能完成什么，所能执行的任务的种类，数据库的性质，所产生信息的种类，提供信息所作用的决策模型，以及信息系统服务于哪几层管理级别来看系统的发展。从系统功能来看，信息系统可分为二大发展阶段或水平。

一、电子数据处理系统（EDP）阶段

这阶段的系统用于业务处理、记录登载及业务报告的自动化或加快这类工作。目的在于改进组织内的操作与数据流。这一阶段还可再分为两个水平：初级系统阶段与综合系统阶段。

在初级系统阶段，计算机的使用是代替手工计算与例行人工操作，承担的任务只属单一的和内容完备的数据处理任务，如工资计算或库存登记。这时尚无公用的数据库，每一计算任务（程序）各有其单独的文件。信息系统的输出都是定期报表，提供所处理的业务数据的汇总资料。这些报表供各层管理级所用，但对高层及中层管理部门用处则很有限，因这两级管理是决策作用。而初级系统的重点在于数据、数据流、数据的存储及其处理，强调有效率的业务处理。

进入综合系统阶段后，有关的数据处理任务开始合并而成集成系统。许多计算任务不只使用一个数据文件，而同样的输入数据处理工作几乎仍全部是属于业务数据的处理，产生的报表主要是供基层管理决策之用。此时信息系统中已用到简单的决策模型，如库存控制模型。

二、管理信息系统（MIS）阶段

到了60年代，由于计算机用于业务处理，已把工资计算、应收帐户、库存控制等自动化了，企业内已积累了大量的资料，其必然发展方向是把这些数据供管理之用。因此即有管理信息系统的出现，它强调信息系统功能的集成和有一个集成的数据库。把若干数据处理任务按业务职能集成起来，如生产管理信息系统、销售信息系统、人事管理信息系统等等。每一系统都有一个相应的集成数据库。系统除向中层及高层管理部门提供定期报表外，尚应主管人员的要求，提供专题报表。决策模型已较普遍应用，但通常都作为程序库的一部分，而未完全作为此信息系统的集成部分。

三、决策支持系统（DSS）阶段

60年代到70年代初是管理系统在西方盛行的时代。由于信息工艺发展较快，加上热衷于管理信息系统的人们的渲染，以及计算机制造厂商夸张的宣传广告，把管理信息系统的所谓“妙用”说得过多和过分了，甚至夸张到说它将改变经理人员的生活以及还会完全改变他们管理其公司的方式与方法；而且还说什么按钮或键盘管理的时代即将来临了，即经理人员每天早晨上班时凭其办公室内的显示屏和键盘，就可以了解企业内营业和生产情况的数据，从而作出决定，指挥和安排当天的工作，等等。可是当时盛行的管理

信息系统所提供的数据大都不适合管理部门决策之用。经理人员得到的数据虽很丰富，但能得到的信息却很贫乏。到了 70 年代，MIS 热冷了下来；甚至有人说 MIS 失败了，并讥为是一项耗费的失败。但这并不等于说 MIS 这个名词从此消失了，实际上这个名词仍继续存在和使用着。现有信息系统中叫 MIS 的并非少数，一直到现在还有不少 MIS 的书在出版以及许多讨论 MIS 的论文在发表，而且在美国有一个专业期刊“MIS 季刊”，一直在出版。然而，当初对 MIS 寄予很大的期望，为何后来在实践上反而不能满足经理人员管理决策的信息需要，而被人看成是 MIS 的失败呢？这个问题的具体分析宜先从回顾什么叫管理开始。

前已讲过，概括地说，管理就是解决问题与作出决定。可以说整个管理过程（包括计划、组织、人员配备、指导与监督控制等活动）中都离不开要作出种种决定即决策。管理信息系统的提出既是为管理服务的，它就应能协助各级主管人员进行决策。既然如此为何还要提出决策支持系统，甚至说是把协助或支持管理部门进行决策的信息系统用决策支持系统这样的新名词来代替呢？首先，MIS 作为业务信息系统的进一步发展，其作用应在改善一个组织内的数据流，从而在提高其业务操作效率的基础上，进一步满足各级管理部门的信息需求。上面已讲过，经理人员所得的数据虽很多，但信息却很少，他们从 MIS 中所得的决策帮助也就因而很小了。其次，运筹学的方法与技术虽在 MIS 中得到应用，以建立各种决策模型。但能用运筹学模型来解决的决策问题都属于有结构的决策，即例行有规章有手续可循而可“委托”计算机系统来处理的决策，例如，库存控制中经济订货量的自动输出；民航顾客订票的计算机系统可自动确定有无顾客需要的班机，若无，则提出替代班机或替代航线；线性规划模型用于石油提炼的程序，等等。

由此可见，MIS 虽把电子数据处理提高到一个新的水平，可以为管理部门服务，但它只能用于解决有结构的决策问题。一个组织的管理还有不少情况不能全靠一个完全自动化的计算机来解决或用来代替人（不论是经理人员或一般工作人员）来处理。首先，在管理活动中就有不少决策问题是属于完全无结构的，即对问题本身了解得并不很清楚，有些几乎全靠直觉来解决，而且根本无法藉助任何分析方法（例如，数学和运筹学方法）来研究处理。其次，还有一大类问题是介于有结构的与完全无结构的之间，不论单独由经理人员或单独先靠自动化计算机系统作出的决策，都不如两者结合起来作出的决策好，这叫作半结构的决策问题。决策支持系统的提出主要是为了处理这类决策问题的“支持”者，是表示这个系统支持各级主管人员作出决定，而非用一个自动化系统来“代替”这些主管人员。

电子计算机在一个组织中的使用，是从替代繁杂而单调的手工计算与人工操作开始的，发展到 MIS 阶段，组织内有些经营管理活动也逐渐自动化，如工商企业的订货处理、库存管理、银行存款的自动化、民航订票的自动化，等等。这类业务职能之所以能自动化，就是因为它们是属于有结构的决策问题。在这类业务职能活动中，可以说基本上可用计算机系统来代替人的管理。或者说有些管理职能可“委托”计算机系统来执行。MIS 按业务职能来建立，就有生产 MIS、销售 MIS、财务 MIS、人事 MIS 等系统，分别服务于不同的业务职能的自动化。但业务职能的自动化不等于所有一切决策问题的自动化。前述所谓 MIS 热冷淡下来或 MIS 失败了，实质上是混淆了这两者的区别。在对半结构决策的分析研究的基础上，现在可以说 DSS 肯定能支持各级管理部

门，尤其是中层管理控制与高层战略性计划等两方面的决策进行。因此，从 MIS 到 DIS，并不单纯是名词改变。在此宜讲一讲 MIS 与 DSS 的异同问题。

MIS 都是围绕着或基于业务信息处理建立起来的，其设计按传统在有效地利用硬件与软件资源，既效率又经济地提供管理部门所需的信息。它所解决的问题都属有结构的管理决策问题，这就便于利用运筹学的方法与技术来建立管理决策模型，并用以分析与处理数据提供的所需数据，从而产生定期的和格式固定的报表供各级管理部门之用。

这样的—个 MIS 就被形容为：

(1) 脱胎于传统的业务信息处理，这是最根本的，由于这一特点而随之产生出下列各点。

(2) 面向有结构的问题，即自动化的管理决策过程，不需人的判断。

(3) 模型基本上是会计式的，即定义性的等式，如， $\text{利润} = \text{价格} - \text{成本}$ 。

(4) 提供的信息都是关于已经发生的情况，用一套汇总数据来表示。

(5) 系统是静态的，即定期（例如：每日或每周星期一）向主管人员提供一套格式固定的报表。

(6) 偏向于收集与处理组织的内部数据以提供汇总报告，主要供操作控制与中层管理控制之用。

DSS 则与之不同：

(1) DSS 的形成当然与信息工艺与系统性能发展到一定有关，而其着重点则是利用信息来改进与提高人的管理能力。

(2) 面向半结构的决策问题，如上所述，主管人员的技能与机器功能的灵巧结合，能把主管人员的判断与机器所提供的信息融合在一起，以便作出有效的决定。

(3) 较广泛地应用会计式以外的模型，如模拟型、最优化模型，等等。

(4) 帮助经理人员掌握它执掌范围内正在发生的事情，提出的不单纯是数据，而是这些数字后面所发生的情况。

(5) 系统是进化的，即随着经理人员对其工作任务的不断加深了解以及更好地掌握如何作出决定，系统应作相应改变以适应其需要。

(6) 综合利用内部和外部数据，能应领导需求提供专题报告，尤其是能提供管理控制与战略性计划等方面中、高层管理决策的所需信息。

尽管 MIS 和 DSS 在系统性能方面和概念上有如上所述的区别，但现在已研制成并在使用中的系统中，对其系统名称的叫法不那么严格，名为 MIS 信息系统的，有的实际具有决策支持的功能。叫 DSS 的，就其系统工艺与系统性能来看，其中有的不如 MIS 精致复杂，而有的则使用了大型、高性能的计算机或复杂的模型；但由于它们都能有助于提高决策的质量，故均称之为 DSS。

综上所述，可以概括他说：

DSS 是信息系统从 EDP 经由 MIS 而发展起来的。但这只是历史事实。

DSS 既不会代替 EDP 或 MIS，而且还负有前面两类系统未能解决的任务，即通过支持半结构问题的解决，改进和提高一个组织内管理人员的效能。

进入 80 年代，在信息系统的发展中又出现了一个新的提法——信息资源管理，即 IRM (Information Resource Management)，它表示从以计算机和数据为基础的信息处理过渡到把信息作为战略性的资源以及信息工艺的日益扩增的作用。这个名词是由 John Diebold 在 1979 年发表的文章中提出的。

他认为信息在一个组织或企业内，和其他值钱的资源如货币、物资、设备及人员等一样，是一项值钱而昂贵的资源，必须予以保存、保护、控制以及计划。这个提法是与人类已进入“信息社会”的提法相一致和相呼应的。信息作为一项资源，其内容与范围很广泛，包括传统的数据处理、文书档案。通讯、办公信息、文图复制、等等；同时，就信息工艺的发展而言，现在已有一系列的不同规格与功能配套的精制的计算机硬件与软件，配以通讯网络、各种远程终端机，既可相互通讯，也可共享一个集成的数据库，再加上声音与数据两种通讯的统筹配置，即能充分满足各级管理层次的业务处理、计划、控制、决策以及办公信息等各方面之需。因此，从功能和工艺两方面来看，信息作为一种重要的资源，必须有组织有计划地进行管理。

根据 Gordan Davis 等的说法，信息资源管理包括下列三方面。

(1) 信息系统的研制与实现。这是现在通常称为“系统的分析与设计”的内容，也是本书第三和第四章所要讲的内容。

(2) 质量控制或保证。研制成的系统是一项产品，就应像产品的制造一样，有一套质量控制程序，以保证信息系统达到所要求的质量。

(3) 信息资源的功能管理，此项功能包括以下三部分：

- 数据处理；
- 电传通讯；
- 办公自动化。

总之，信息资源管理这一名词的提出，标志着信息系统的发展已进入一个新的阶段，有必要用一个统一的概念，把现在应用的业务处理系统（电子数据处理系统）、管理信息系统、决策支持系统以及办公信息系统，置于统筹规划，全面安排、控制与管理之下，把信息作为资源来看，予以处理，就更有必要按照现代化组织与管理的原理来进行。

信息资源管理，首先要求一个通盘计划，然后制定必要的组织原则，配备必要的工作人员，以及对操作与运行进行监督、考核与控制。这里讲管理，是指从系统的研制开始到投入正式使用，直到正式运行时的一系列统一规划、全面安排的管理。

第三节 管理信息系统的技术基础

技术手段在信息系统的发展中具有重大的作用。虽然信息系统的功能主要是由管理学对信息的需求引伸出来的，信息系统的结构也是由此确定的，但是，技术手段的发展程度无疑是一种十分重要的制约条件。如果没有现代的高密度的磁介质存储设备，大型的高度集中的信息系统是无法想象的，高速度的灵活易用的信息检索也就只能停留在空想阶段。我们在实际规划与设计信息系统的时候，必须充分考虑技术条件，否则就会达不到目的而成为不切实际的空想。

另一方面，技术手段的发展在人们对信息系统的认识过程中也起着重要的作用。正如蒸气机、电动机、内燃机等处理能量的机器促进了人们发现能量的守恒定律一样，电子计算机及其他现代信息技术的出现同样大大地推动了人们对信息系统的普遍规律和改善方法的研究，因此，我们在讨论信息系统时，必须对信息技术的发展有一全面的了解。

在人类社会的早期，人们只能利用大自然给予的器官来进行信息处理工作。眼、耳、鼻、舌、身是收集信息的手段，信息的存储和加工则用脑，信息的传递则通过语言来实现。这时，人们在各种信息处理上，受到时间与空间的极大限制。

首先帮助人们突破这种时空限制的是文字。文字的出现使人们有可能突破时间与空间对人们的限制，真正进行知识与技术的积累。人类历史由此开始了加速度的发展。

但是，文字的出现只是初步解决了信息的存储问题，而信息的加工与传递问题仍然受到很大的限制。虽然我们可以举出算盘和烽火台作为人们试图突破自然条件限制的尝试，但是总的来说，信息的加工与传递并未突破自然器官的束缚。

近代，许多科学家与技术人员努力探索处理信息的新方法，取得了许多重要的成就。在信息的采集方面，从望远镜到显微镜、从量衡器具到各种仪表，人们掌握了越来越多的收集信息的手段。手摇计算机、电动计算机直到卡片分类机，是人类在加工信息方面所取得的成果。电报、电话是传递信息方面的出色成果，它们借助电信号实现了信息的远距离快速传递。录音带和唱片则是存储信息的新手段。总之，近代科学的许多成果都被人们用来进行信息处理，从而大大提高了人类处理信息的能力。这对于人类社会的发展起了巨大的推动作用。

现代信息技术的核心是电子计算机和现代通讯技术，此外还包括遥感遥测技术、缩微技术、现代印刷技术、现代办公设备等。

今天，我们在考虑改善信息系统时，手边可用的技术已经比几十年前多得多了。合理地使用它们，充分地发挥它们的作用，使各级各类系统以更高的质量与效率，为管理工作服务，这正是我们当前面临的十分重要、十分迫切的课题。从这方面来说，信息系统工程是建立在现代信息技术飞速发展的基础上的，没有现代化的信息技术，就不会有我们所讨论的信息系统工程。

本书的第二部分将对这些技术进行进一步的介绍，这里只想强调两点：首先，技术手段是十分重要的，没有现代信息技术，就没有现代管理信息系统，从事管理信息系统的人员。须用一定的精力去学习并关注这一技术领域的最新发展。另一方面，它是为管理服务的手段，而不是目的，工作的中心

仍然应该是为管理提供信息服务，而不是技术本身。

第四节 现代管理中信息处理工作的特点

近几十年来，世界经济的迅速发展，生产社会化程度的空前提高，使得围绕信息的各种问题变得非常尖锐，刻不容缓。许多情况与以前相比不只是数量多少发生了变化，而是发生了质的变化，迫使人们不得不专门来研究信息和信息处理的问题。

现代社会中，信息和信息处理具有以下一些特点。

一、信息量的急剧增加

这是最显而易见的特征，人们往往用“信息爆炸”来形容它。

首先，由于各国家各地区之间经济交往日益频繁，分工越来越细，任何一个企业或其他经济实体，与越来越多的外部实体来往，建立某种关系。几十年前，这种联系可能只限于十几家或几十家，现在则常常是几百家，以至上千家。例如：集装箱的管理工作，对于一个港口来说，这些集装箱对外可能运往几百个港口，对内可能运往几十个城市，每一个集装箱本身不仅有类型、规格、编号等固定的属性，而且还有随时变动的状态、位置、动向等的动态属性，这样的成万以至成十万的集装箱，用手工管理方式去进行管理是无法想象的，更何况涉及大量的中外港口、城市、船舶。近年来随着经济的对内搞活、对外开放，许多企业已经迫切地感受到了这方面的压力。

其次，对于国家各级管理部门来说，这种经济联系的扩大也使需要处理的信息量大为增加。一个地区、一个省或者一个部门要对所管辖的领域进行宏观的管理或控制，就必须对于有关各方面的各种因素进行全面的分析与调查，不仅对本领域的内部状况要了如指掌，而且要对本领域与相邻领域的关系进行认真的研究；不仅要对社会经济情况有深入的了解，而且要掌握自然环境、技术、文化教育等方面的有利与不利的条件。在许多机关中，我们都可以看到成批的文件箱摆满了办公室、走廊以至地下室，新参加工作的职工不得不花费大量的时间去掌握这些情况。在许多场合，由于信息量实在太太大，新职工根本无法掌握，这些积累的资料逐渐被忘却，失去了价值，一旦需要使用时，又调不出来。这种情况表明，信息量的剧增已到了非解决不可的程度。

此外，现代管理工作与科学技术工作密切相关，很多管理决策问题不可避免地要涉及许多技术问题。而近年来，各种技术的发展速度是前所未有的。有人估计，即使一个技术人员不停地阅读技术文献，也只能阅读本专业领域中技术资料的 5%。而且随着技术的发展，每年新涌现的技术信息，还在以巨大的速度增长。据统计，技术人员在查找资料上所花费的时间与精力大大超过他们在考虑实际的技术问题方面所花费的时间与精力，当管理决策需要某种技术方面的信息时，这方面的障碍常常会造成不应有的损失与失误。

二、处理与传递信息的速度加快

现代社会的步伐与节奏大大加快，对各级各类的管理决策来说，时间越来越起着重要的作用，即决策不但要正确，而且要及时。这样，信息的传递与加工速度就必须相应地大大加快。例如：银行业务的处理工作，近年来发生了很大的变化，不仅要求能够实时地汇总及查询各方面的情况，还要求在广大地区内实现信息的共享与实时处理。这就是说，成万储户的帐目可以在

任何地点处理、加工及查询，如果做不到这一点，现代化的金融管理工作是不可想象的。类似地，民航的飞机订票系统也是如此。

以目前许多企业中正在推行的全面质量管理为例，也可以看出信息处理速度的重要性。全面质量管理要求在生产过程中而不是在生产过程结束之后对各项质量指标进行检查、分析，并及时采取措施加以纠正或补救。这样，信息反馈的周期就要缩短，信息收集、分析与传递的速度就必须相应地加快。如果这些条件不能满足，全面质量管理也就成了空话。

在我国目前的各级各类管理工作中，由于信息处理和传递速度大慢，而成千上万损失与失误的事例是屡见为鲜的。这是与现代化的管理要求不相符合的。

三、处理信息的方法越来越复杂

管理工作对信息加工的要求，近年来有了质的变化。从前在管理工作中，多数是靠管理者的经验来加工信息，需要的少数运算也只限于简单的算术运算和简单的统计加工。近年来，数理统计中的许多方法、运筹学中的许多方法随着管理现代化的进展，进入了经济管理领域。这些算法往往是相当复杂的，即使不考虑这些方法的数学基础及证明过程，单从计算过程本身而言，就常常包含着大量的迭代和循环。这些迭代和循环的次数一般是无法事先设定的，而要在运算过程中根据具体情况决定。以最常用的线性规划为例，其算法——单纯形方法在运筹学中是比较简单的。即使是这样一个算法也包含着循环，其计算次数也是无法预先确定的，假定在一个物资调运问题中，有10个发点，20个收点，那么，相应的单纯形表就将有11行，21列，每进行一次迭代，就需要进行三十几次比较，完成四十几次加法乘法运算。而迭代的次数又无法事先确定，以一般情况迭代三十次来估计，所要完成的比较和运算都要上千次。这样的运算对于手工计算来说，不但工作量太大，而且在计算过程中难以避免的错误将积累起来，使最后结果的可信度降到无法接受的程度。而在实际使用中，所涉及的发和收，常常是几百个以至上千个，相应的计算过程将更加繁杂。这样的情况在几十年前人们是没有遇到过的。

如果考虑到其他更复杂的算法。如非线性规划、动态规划、网络流分析等，则情况就会更加严重。现代管理工作的复杂性在很大程度上与这些运算加工方法的复杂性密切相关。

四、信息处理所涉及的知识与技术领域大大扩大，关系更加复杂

除了算法之外，现代管理工作中的信息处理工作还涉及许多新的知识领域与技术手段形成一个复杂的系统。这样，各种管理工作中的信息管理系统本身就成了一个涉及多领域多方面的需要加以认真组织管理的复杂系统。

从知识领域看，现代管理工作中的信息处理工作与经济理论、管理科学观点、社会科学、行为科学和心理科学有关，当然，还和各部门的业务或技术工作有密切关系。要完成信息处理的各项任务，不是单独考虑某一方面的因素就能做到的。大量经验表明，以学究式的方法去讨论和管理现代经济社会组织中的信息处理工作，是不可能取得实际成效的。与管理工作一样，信息处理是非常实际的工作，必须把实践中可能有影响的各方面问题都考虑到，才可能见到实际效果。

在技术方面，以前只涉及算盘等少数工具，其相互关系和联系是很简单

的，并不存在很多衔接的问题。现在，用于信息管理的技术手段，如办公自动化设备、测试手段、复印设备、缩微设备以及各种声音或图像显示设备都在某一角度或某一方面参与了信息处理工作，成为信息处理系统的一个有机组成部分。在这种情况下，从事信息处理的人员，不仅需要对于有关的技术手段有所了解，而且要对于这些手段的相互衔接与融合进行协调和组织，信息系统作为一个系统越来越显现其复杂性和整体性。

如果说，在几十年以前，人们还可以把信息处理当作一种简单的、附属性的工作的话，那么，由于上述各种情况的出现，现实生活已经迫使人们不得不认真地、专门地研究有关信息处理的各种问题，把信息处理作为一种独立的、重要的、系统的工作来看待。可以说，这种压力主要来源于各级各类管理工作的迫切需要。

在实际工作中，我们常常遇到这样的情况，某些领域的工作人员，例如计算机技术人员，从自己的技术领域出发，进行某些技术的开发与研究工作，从技术本身来说，应该说是成功的。但是，由于没有从信息处理的全局出发，没有与其他技术或其他因素合理地衔接和融合而无法实际使用，也得不到改善管理的实际收效。这种情况在计算机应用领域内是屡见不鲜的。这种情况下，许多人常常会埋怨其他方面的条件不具备或配合不好，认为这不是自己的责任。诚然，作为某一专业领域的具体的技术人员，这是有一定道理的。但是，从把科学技术转化为生产力的社会需要来说，这是不对的，尽管这不是某些个人的责任。如果我们切实从产生社会效益与经济效益的根本出发点来思考和处理技术问题，我们就不能不考虑各方面的有关因素和最终的实际效果，就不能持有“我的任务是提出方案，能否实现是你的事”这样的态度，即使从理论上说，局部最优的简单累加并不等于全局最优，这一显而易见的道理也是不应忘记的。当然，具体由什么人承担这一全局协调的任务，是由领导机关还是系统分析专家来进行这样的统筹安排，这是另一问题。这一全面规划的必要性，则应该是确定无疑的。

总起来说，生产社会化程度的高度发展，使管理学的蓬勃兴起成为历史的必然。由于信息在管理中的巨大的多方面的作用，由于现代管理中信息处理的许多新问题与新特点的出现，专门地、全面地、综合地分析信息处理的规律、特点、方法，已经成为刻不容缓的社会需要。这就是信息系统工程的产生背景和它所面临的研究课题。

由于这些新的特点，管理信息系统明显地越来越为人们所重视，信息系统工程的方法也日益发展，这一发展，正方兴未艾。我们应当认识到这一特点，认真研究探索，通过信息管理工作水平的提高促进管理水平的提高。

第三章 信息系统工程

管理信息系统是一个静态的概念，是存在于某一企业或组织内部的人机综合系统。如何认识，描述、改造及管理这个系统是一个具体的工程问题。信息系统工程就是这项工作的方法与技术。本章将介绍信息系统工程的基本概念及方法。

第一节 信息系统工程的方法

针对信息系统的具体情况，系统方法的基本观点与方法主要体现在信息系统的认识以及改造工作的组织方法方向。

系统分析就是用系统观点去分析、认识和改造客观事物。那么，什么是系统的观点呢？或者说，怎么用系统的观点看问题和做事情呢？

人们认识到，要认识一个系统，只认识它的各个组成部分是不够的，还必须认识它的各部分之间的相互影响和制约关系。如果把一个系统中的某一部分从系统中割裂出来，就不能正确认识其运动规律和性能特点，在认识和处理各种各样的系统的过程中，人们还逐步形成了系统的层次、环境、边界、子系统概念，对于系统的概念、模型、描述方法、评价方法、改善途径等一系列问题进行了探讨。这些理论研究形成了若干专门的学科，如一般系统理论、控制论等。

这些理论在各种领域中得到了广泛的应用。信息系统的分析与设计也正是从这些理论中吸取了研究系统的方法，用来指导信息系统研制的实际工作。

针对在信息系统研制工作中的经验教训，系统分析方法强调以下几点。

(1) 在考虑计算机应用时，必须首先考察具体单位和组织的总目标，研究为了完成这个总目标，信息系统应该完成哪些信息处理工作，目前完成的情况如何，需要做哪些改进，计算机可以用在什么地方。这是我们考虑计算机应用所应该遵循的思路。

(2) 计算机应用工作应该以管理人员，特别是决策人员的需要为出发点，不但一开始就必须从他们的要求出发，而且在整个工作过程中，必须经常地与他们交换意见，以便切实保证所研制的系统符合他们的要求。

(3) 按照上述原则，严格地划分工作阶段，保证工作按计划育步骤地进行。划分阶段的原则有两个方面，一方面是先把系统对信息的要求切实弄清楚，再去考虑把计算机用到什么地方，而不是相反；另一方面是在上作的每一个关键处，都需要与将来使用系统的管理人员交换意见，在没有和他们取得一致意见或得到他们认可之前，决不贸然开始下一阶段的工作。

(4) 由于系统的复杂性，必须寻找一些简明有效的表达上具，以便记载与描述信息系统的现状，描述和讨论计划与设想。这些工具必须能够充分地表达与信息处理有关的各种事实，同时又心须是通俗易懂的，尽量使各行各业的人便于接受，以便交换意见统一思想。

(5) 由于改善信息系统的工作是一个复杂的过程，涉及面广，持续时间长，因此，必须把工作的成果认真地用书面形式记载下来，并已妥善地、有秩序地成文归档，以便查找使用。

这些方法的要点是把企业或组织当作一个系统来分析。

把组织作为系统来分析，首先要明确其目的。这几乎是个常识性问题，任何一个组织均有其目的和宗旨。譬如，工业企业是制造工业产品的（例如，汽车制造厂是制造汽车的），商业企业是买卖商品的（例如，服装商店是买卖服装的），学校是培养人材的，医院是治病的，等等。一个组织的目的和宗旨决定了其主要业务是什么。一个工厂设立一个门市部出售其商品，但并不改变其目的或主要业务仍为制造产品。

其次是确定组织的界限或范围。界限或范围是根据组织的目的和宗旨来

确定的。界限划分后，即可区分出组织及其所处的环境，从而能具体分析组织的输入与输出。组织的范围愈大，其输入与输出也愈复杂。譬如，一个农、工、商联合企业的输入与输出，就比一个单农或单工或单商的企业的输入与输出复杂得多。

再次是分析输入与输出。一个系统的基本组件是流（输入流与输出流）与处理过程；而组织在其流（处理）过程中经常要与各式各样的流打交道。要很好地了解一个组织的活动，需具体分析其中所包含的各种流。因此这里需要多作一些说明。一组织在运行中经常通过的流有如下几种。

（1）物资流：譬如工厂输入原材料与零配件，经过加工制造过程，输出成品；商店进货，经过销售过程，把货卖给顾客。这些都属物资流。

（2）事务流：事务是指系统与其外部环境或子系统之间发生的交往活动而引起的一系列信息处理活动。例如，上述工商企业接到订货单，便有开发货单、发票、记帐等信息处理活动，它们统称为订单处理，这就是一项事务。再如政府经济行政管理部门接到下级的请示报告，经过调查研究和有关主管人员分析讨论，协调不同意见，作出统一决定，作为对下级的指示，这也是一种事务，可称之为请示报告的处理，这两种事务流的例子有一个重要不同之处：工业企业是制造和出售产品的，商业企业是买卖商品的，这是它们的主要业务，事务是随其主要业务而生的，如原材料的购买、产品的购进与售出，等等；这就是说事务流是伴随物资流而产生的。上面提到的政府经济行政管理部门的例子与工商企业的例子不同，如不同时存在物资流和事务流，这里的主要业务是事务，即情况的处理。

（3）货币流：这是指资金的支付，如购买原材料的付款，工资的付给，等等。货币流一般是伴随物资流和劳务付偿而产生的，但在银行业务中货币流则随存取及信贷业务（即事务）而产生。

（4）人员流：这是指组织内工作人员的增减和流动。

（5）机器及设备流：这也是一种物资流，指的是机器、设备等的买卖和流动，使之区别于专指物质生产的物资流。

（6）信息流：这是指人们在进行任何活动时互通情况的通讯联系，其具体的物理表达形式是多式多样的，如古代的烽火、手示、旗语、语言口述、书面文字、数字符号、电子邮件，以及现代化的电视通讯，等等。以上各流在一个组织内的出现，都各自同时伴随着一个信息流的产生，例如，一个产品制造的物资流，总伴随有生产计划安排。领料单、出料单、生产记录、送货单、入库单以及其他等等的信息处理活动。信息流经常贯穿于组织内每一活动中。可以说没有信息流就没有组织的活动。信息的物理表达为数据（以下将再详述），票据、凭证、函电、公文等等均为数据附寄于其上的不同的具体形式。事务流的具体表现也是数据流。因此，信息流和事务流往往会存在于同一渠道内，而不易区别，其区别的重要标准是，信息是用以控制其他流的，而事务则为被控制的对象。

信息流在所有各流中有特别重要的意义。第一，任何其他流的产生与存在总伴随有信息流的产生与存在。第二，信息流是对其他流进行控制的依据。反馈在社会经济系统中是指信息的反馈，因此系统的反馈是通过信息流来实现的。

根据上述对组织的目的与任务的分析，以上各流中总有一个主流决定一个组织的性质，即其主要业务是什么，比如，工商企业的主要业务是物质生

产和商品流通，其主流即为物质流。银行、工商企业的总公司以及政府机关等等主要不是从事物质生产和商品流通，其主流是事务流或信息流。抓住主流，即可以把任何一个组织的活动大致分为三类：主流活动、参谋辅助活动以及总务行政活动。

一个组织的主流为物资流时，其主流活动包括订货处理、库存管理、生产安排与控制、进货与收货、质量控制及维修等工作。参谋辅助活动主要是设计与研究工作，包括战略性计划工作，如经济与市场模型、模拟、决策研究、投资分析及设备设计等；市场分析与预测；以及工程技术问题的研究与试制，如产品设计，工程项目的控制、数控、工业工程及其他有关方面的问题。总务行政活动主要是财务会计和人事工作，当然也包括总务工作。

这三类工作是任何一个组织内部都有的，因为它们都分别为上列各种流的具体内容。不过，随着一个组织的主流的不同，一个组织的主流项目在另一组织内即变为非主流项目，而且包括的工作项目的类别和数目也各不相同。在一个主流为非物资流的组织中，主流活动是事务或信息的处理，因而在物资流为主流的组织内的某些非主流活动，可能在主流为非物资流的组织中成为主流活动。譬如，银行业务为存取信贷，会计工作即属于其主流活动。一个工程设计组织中工程技术工作的研制即为其主流活动。工商企业的总公司和政府机关主要是确定方针政策和制定计划或根据上级指示制定业务与工作计划，向下传达；这类组织的主流活动即为战略性计划工作及财政预算的制定，政府的人事部门的主流活动即为人事工作，如此等等。在这些主流为非物资流的组织中也存在物资流；例如，我国科研单位及学校中也有研制和出售产品的，即使不属此情况，因业务和工作需要，也存在商品的购置与库存管理等等的物资流，但这种物资流的存在并不构成该组织的主流活动。

对组织的分析，除上面已谈及的各项任务外，还需了解系统所受的各项约束条件。约束是对输出所加的种种条件。一般他说，需要什么样的输出，就要求有什么样的输入。例如，做毛料衣服，就要用毛料，而不能用布料，更谈不上用纸了。再进一步的约束条件就得通过系统的处理和操作来实现，例如，毛料西服上衣要求不带兜盖，后摆单开页等等，都需通过缝制过程来实现。所以要分析了解系统所受的约束，宜全面地从输出、输入以及处理过程等方面来考察；尤其是在社会经济系统中，考察一个组织所受约束时，更宜尽可能全面分析了解社会、经济、政治以及其他环境因素对所加的限制。

总起来讲，把组织作为系统来分析，是进行信息系统分析的基础和出发点。因为一个组织是靠掌握信息来有效地进行其活动的，而信息系统要能很好地提供一个组织所需的信息，就心须首先具体而细致地了解其服务对象。

当然，这里讲的仅是一个非常概括的轮廓，详细的讨论将在本书第四部分中介绍。

第二节 常用的系统分析方法

由于信息系统种类很多，情况各异，研制的具体方法途径还可以有多种。本书介绍两种最常见的途径，即生命周期法（life cycle approach）和原型法（prototyping approach）。

生命周期法是最常用的方法之一。其基本思想是把信息系统的整个生命周期分成分析、设计、实现及运行维护四个阶段，并详细规定了各阶段的任务及工作方法。

图 3.1 描述了生命周期法的信息系统研制过程。这个图中不但画出了研制过程，而且画出了系统投入运行及随后的运行维护阶段，这是因为信息系统的运行维护阶段有大量的修改任务，实际上是研制过程的继续。

工作从使用者提出初始要求开始。使用者提出的初始要求往

往是含糊的、不明确的，因此需要通过初步的调查研究，明确问题，以及对项目的可行性进行分析判断。这一阶段的工作成果以可行性报告的方式书写成文。这个文件的作用一方面在于把项目的目标以明确的语言描述出来，另一方面对于项目是否具备实现的条件提出看法并加以论证。系统分析人员在这里需要得到管理人员的合作和认可，在以上两个问题上取得一致意见以后，才能开展以后的工作。因此，对可行性报告讨论的是项目进行过程中的第一个重要里程碑。如果判断结果为需要对项目目标进行修改，或者需要补充追加资源，或者需要等待某种条件，则应转而创造必要的条件，待条件成熟之后再次讨论。如果一致认为项目可以着手进行了，工作就将进入下一个步骤：详细调查研究和逻辑设计。详细调查研究是整个工作的重要阶段，占用的时间和精力都相当大，但这是十分必要的。只有把系统的现状调查清楚了，才能中肯地指出其弊病与不足，才能提出切实可行的、有实际收益的改善方案。在这个调查研究过程中，需要对系统与各外部实体之间的关系，各部分之间的关系，各项业务的处理原则和 workflows，各种业务、数据的定性和定量的各种属性等作详细的记录，并加以分析整理。在这个基础上形成的逻辑模型将提交单位的领导、管理人员共同讨论，作出对下一步工作的决定。所谓形成逻辑模型就是对于信息系统的功能抽象地加以定义和描述，而暂不涉及其实现的具体技术手段。只有在这个逻辑模型得到各方面的同意之后，研制工作才能进入下一个阶段——系统设计阶段。

系统设计阶段的任务是根据已经确定的逻辑模型，设计具体实现的方法，即权衡各种技术手段的利弊，选择最合适的方法，形成实施方案。这一工作又可分为两步。首先需要合理地组织整个系统的结构，即确定系统各部分之间的相互关系，包括控制调用关系和信息传递关系，这些问题若不加以精心设计与安排就可能造成系统不能协调工作或者效率不高。其次，在整个系统结构确定之后，对于每一部分的实现方法进行具体的安排和设计。再把这样形成的实施方案连同对其所做的费用和效益的估算再次提交给领导和管理人员进行讨论，作出决定。这是在投入大量的人力物力之前，必须进行的重要步骤。

当实施方案确定之后，项目就进入了实现阶段，大量的人力物力需要合理地组织协调，组织工作相当复杂。这一阶段要做的工作包括各种设备的购置与安装，计算机程序的编写，操作人员的培训，大批数据的整理和录入。

这些工作互相联系互相制约，任何一个环节上的失误或疏漏都会延误工作，因此必须精心安排，合理调度。在各部分工作完成之后则应该有步骤地验收及调试，进行试验运行，选择适当的方式进行新旧系统的交替，在完成以上各项工作之后，把实际可以运行的系统连同使用说明等各种资料一起交给使用者。至此，这一项目就算完成了。

然而，正如前面已经指出的，由于应用项目不象其他产品那样，可以先做一样品，做成的样品就是产品，只是在使用中边用边改，因此，在系统交付使用之后仍然需要精心管理，需要认真地记载有关的各种信息，严密地组织和控制系统的维护工作，经常对系统的运行情况进行审核和评价。这些工作与研制过程也是不可分割的，因此我们也把它们画入了图 3.1 中，并在第十八章内进行专门的讨论。

这就是按照系统分析的方法进行应用项目的工作步骤。显然，这里工作阶段的划分，各种工作文件的规定，与管理人员的交流与讨论，都是围绕着前面所介绍的基本观点进行的，也都体现了这些系统观点。这种工作步骤的安排也是人们总结实际工作的经验教训而形成的。按照这样的工作步骤去工作，就能使项目的进行比较顺利。当然，这只是一个极粗略的轮廓，其详细工作方法，将在以后各章中介绍。

如果把运行维护阶段也包括在内，则可以统称为一个应用信息系统的生命周期。这样联系起来讨论对于充分发挥计算机应用的作用是有利的，在以后的讨论中，我们将经常把运行维护阶段和研制工作联系起来进行讨论。

生命周期法中特别强调把逻辑设计与物理设计分开。首先要提出逻辑模型，即逻辑上的改善方法。为什么要强调逻辑上的改善方法呢？因为信息系统的技术手段是多种多样的，同一件事可以用多种技术手段来实现。例如，某一信息需要从工厂的一部办公室传达到以几里路以外的某一车间去，这里一项抽象的信息处理工作，具体实现的办法可以有好几种：打电话、送信、派人口头传达、通过计算机网络在对方的终端上显示等等。随着时间、地点、条件的不同，这些技术手段的选择都会是不同的。如果我们对系统没有充分的了解，没有弄清这一信息传递工作的重要性如何，没有弄清该工作目前的工作量，工作方式是否需要改进等等，就去讨论用什么方式传递为好，那显然是无的放矢。如果这一信息非常重要，若能及时传递，就可以大大提高生产效益，或避免重大损失或大大节省开支，那么我们就可以下决心投资建立一条电话专线以至建立计算机网络；然而，如果这一信息的传递不那么重要，早半天迟半天无关紧要，那么目前用人口头传达的方式仍然可以继续使用，即使安装了电话也不会带来经营管理或经济上的什么好处，在这种情况下，我们是决不会在这方面投资的，可见技术手段的选择，如果离开具体系统的实际信息需求，就只能是一般性的空泛议论，无法得到具体的确定的方案。因此，我们必须首先弄清系统对信息和信息处理工作的需求是什么，而先下去讨论信息处理的具体技术手段。

从另一方面讲，首先从逻辑上抽象地确定信息需求，也是为了在考虑具体的技术手段时能有充分的选择余地。一般他讲，原有的信息系统已经具备某些技术手段，这些手段在新的情况下是否仍旧适用，正是我们需要考虑和探讨的问题。如果我们不从抽象的信息需求的角度来分析问题，就很容易被原有的技术手段遮住视野，限制住思路而不能选择到最优的技术手段。例如，上面所说的消息的例子，如果目前是派通讯员去传达消息，我们把思路限制

在派人传消息这个原有的技术手段内，那么即使我们认识到这个环节急需加强，也可能只限于增加通讯员的人数，或给通讯员买一辆摩托车之类的改进方法上。但是，如果我们把改进的要求归结为这一信息传输的渠道应该加强，那么我们马上就可列出各种信息传输的技术手段，并根据人力、财力等具体情况选择最合适的办法。

因此，我们在讨论计算机应用的时候，不能一开始就从计算机或某一种技术手段出发，而必须从一般的抽象的信息处理的角度提出问题和讨论问题，这不但是为了把先进的技术手段切实用到需要的地方，也是为了在讨论技术手段时能有更大的选择余地。

一个组织对信息和信息处理工作的需求是从现存的实际系统中得出来的。任何一个组织，不管是工厂还是机关，都有其自身的具体的情况，因而也有各自不同的需求，即使是同一类型的系统，同样的一些要求，也会由于具体要求的千差万别，出现不同的优先顺序及侧重面。例如，库存管理，有的就主要考虑压缩资金占有，有的则首先考虑保证生产。这些都具有通过详细的调查研究才能切实掌握。

另一方面，任何组织都有其现行的信息系统。虽然由于种种原因，该系统会有各种各样的毛病或缺点，但是它终究是能够实际运行，这使它优于任何凭空想象的未经实践检验的模式。我们改善它，必须在它原有的基础上，经过认真的研究和分析，有步骤地谨慎地改变或加强某些环节，以提高它的功能、效率或其他性能。只有这样做才是切实可行的正确途径。不对原有的信息系统进行认真的了解，就贸然抛弃可以实际运行的原有信息系统，凭着主观想象构造新的信息系统，这是非常危险的。

总之，为了使计算机及其他现代技术手段切实发挥作用，真正为改善信息系统，提高系统效率带来效益。我们必须在系统研制的第一个阶段认真进行调查研究，暂时舍弃具体的实现方法，抽象地归纳出系统的信息需求，以及逻辑上的改善意见。这就是系统分析阶段的任务及基本原则。

生命周期法虽然能够在许多信息系统的研制工作中取得较好的效果，但是当人们对信息的需求日益提高，涉及的问题日益复杂时，运用生命周期法就常常会遇到一些难以解决的问题。例如，用户要求难以在项目开始时就明确地提出，决策涉及的模型或模式不确定，随机要求类型多，范围广等等。这些因素在决策支持系统、办公信息系统中尤为明显，它们使得工作阶段的明确划分难以实现，而需要在工作过程中反复地进行有关的各类活动。这就产生了雏型法。

雏型法的基本思想是：首先建立起系统的基本结构，实现基本功能；然后，在使用的过程中，逐步补充数据，修订与增添有关的模型与方法，满足使用者的进一步的要求。

按雏型法的思路，研制工作分为两个阶段：奠基阶段与发展阶段，它们的概况如图 3.2 所示。

奠基阶段的中心任务是通过对所面临的决策问题进行分析，建立起为其服务的 DSS 结构，设置或配备必要的硬件与软件基础。这个阶段与生命周期法中的分析、设计实现等阶段不同，它并不是设计和完成一个系统，而是为这样一个系统搭起一架子。在开始的时候，这个框架中可能只有很少几个简

单模型，对决策提供的帮助有限。但是，在以后的实际使用中，由于有了一个可扩充的结构，有了必要的硬件软件基础，它就可越来越充实，功能越来越强，对决策的支持作用就会越来越大。另一方面，它的时间要求紧迫得多，决策支持系统的设计者不能花费过多的时间去开发软件，他应该充分利用现有软件工具，尽快地搭起这样一个框架，越快越好。其目的是及早进入边用边改的发展阶段。所以这一阶段的结束并不是研制人员工作的终结，只不过刚刚打下了一个基础。

第二个阶段是发展阶段，即边用边改逐步完善的阶段。在这个阶段中，三种有关人员同时在系统上工作。使用人员用已有的模型进行分析、模拟和预测，以取得所需要的决策支持信息，同时对使用方式及使用效果提出评价意见以及进一步发展的方向。维护人员则分析所提出的问题，根据不同的情况分别处理；对于缺乏参数或参数不准确者，进行补充及修正；对于缺乏加工方法的，补充必要的方法（包括购入自编）；对于修改的模型，通过维护接口进行修改；对于需要补充新模型的，则编写并存入新的模型。至于整个系统的结构，模型存储方式的修改，用户接口的修改，则需要系统的研制人员提出。系统研制人员则负责解决以上两类人员的问题，尽量满足他们的要求。这个阶段时间会很长。在这里主要考虑的是加强信息反馈，加快系统发展。

奠基阶段的工作包括接受要求、可行性分析、决策模式分析、数据分析、方法分析、用户接口分析、设备选择、软件选择、设备购置、软件购置及研制、系统初置以及交付使用。它们的相互关系见图 3.3。

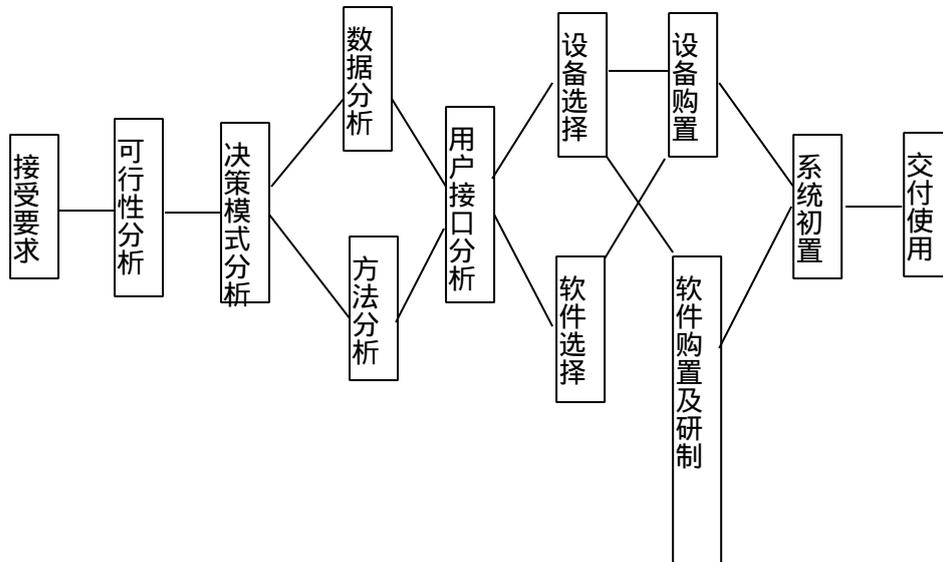


图 3.3 奠基阶段

发展阶段的工作包括使用、结果反馈、检验评价、内容的修改与补充、结构与使用方式的改变及修改后的系统交付使用。它们的相互关系见图 3.4

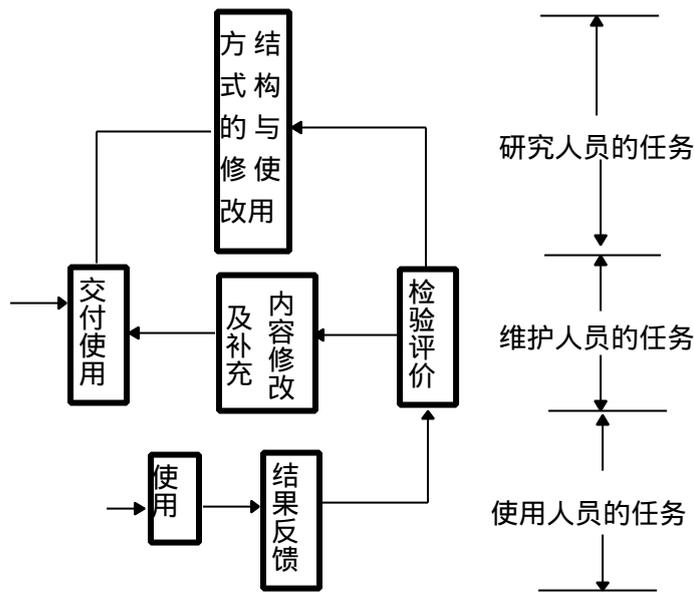


图 3.4 发展阶段

雏型法也包括生命周期中分析、设计、实施及运行与维护等阶段，但不止有一次周期，而是反复迭代经过几个周期，直到系统能完全满足用户的要求为止。

本书以下各章主要按生命周期法的线索来介绍，对于雏型法不同点则在各章节的有关段落加以补充与说明。

生命周期法与雏型法虽然有不少差别，但是，它们都是系统观点具体应用的产物，许多方面在本质上是相同的。其差别是由于系统本身特点不同引起的，因此，在实际工作中，必须依照系统的具体情况来选择研制的方法。

一般来说，影响这一选择的主要因素包括：

- 系统的环境（特别是变更情况）；
- 系统的服务对象（问题及人员）；
- 系统的基础工作状况；
- 系统的技术装备情况；
- 系统的发展方向；
- 系统的主要业务的特点。

系统分析实质在于具体情况具体分析，切不可生搬硬套。

第三节 信息系统的工具——CASE

信息系统工程的发展，必然引出系统开发的工具与环境问题，这就是CASE工具的由来。

CASE（计算机辅助系统工程，Computer Aided System Engineering）一词的提出，虽然仅在十余年前，然而，它的产生却是四十余年计算机应用自然发展的产物。为了能够比较深入地理解CASE工具的意义及作用，在本章中我们对于这一段历史发展过程进行回顾与进一步的分析。

一、计算机应用的发展过程

一般在讨论计算机的发展历史时，多数是从计算机技术本身去讨论的，例如从硬件实现的角度去讨论。我们则从应用去观察。从计算机的应用范围、目标、特点、环境与工具的演化，我们可以把计算机发展的历史大致分成以下四个阶段：

- （1）以科技计算为主的阶段；
- （2）以单项业务处理为主的阶段；
- （3）以例行的综合业务处理系统为主的阶段；
- （4）以决策支持功能与随机服务为主的阶段。

1946年问世的第一台现代数字式电子计算机，完全是为科技计算设计制造的。这种应用课题的特点是：输入、输出的数据量比较少，算法完全确定；主要是计算中循环或迭代的次数非常大，而且往往事先无法确定。例如，各种类型的微分方程（方程组）的数值求解。在这种应用项目中，求出答案（一般是一组数值）是主要的目的，这种问题用手工解是几乎或绝对不可能的。这样的问题决定了这个时期的计算机应用只能是科研或军事领域中专家的事情。问题的提出，算法的选定，程序的编制，程序的调试与运行，一直到结果的解释和理解，几乎都是专门技术人员在从事研究和操作，对于外行和一般公众来说，这些都是高深莫测的象牙之中的天书。具体他说，这种应用所面对的几乎是一台裸机，庞大的操作台上，一排排信号灯与键盘操作员直接向机器下达指令，算法和数据都要译成其语言或二进制代码，用纸带或卡片送入机器，而输入的结果也往往体积庞大，使用方法复杂，价格昂贵，而速度相对来说很慢，难怪有人把这时期称“咀嚼数字的时代”。这种情况持续了大约10年左右的时间。

从50年代中期开始，人们开始把注意力转向经济管理中的信息处理。显而易见的道理是：既然我们可以用电子计算机处理科技计算中遇到的信息处理问题，为什么不能用它来处理经济管理中的大量信息处理问题呢？事实上后者应用领域与相关人员数目要比前者大出不知多少倍。然而，同样是信息处理，经济管理领域中的信息处理却与前面第一个时期所处理的问题有着根本不同的性质。在这里，人们面对的课题并不是复杂的算法，而是庞大的数量与紧迫的时间要求了。就是所面对的问题，在算法上并不是那么困难的，而是要求尽可能快地完成它。简言之，这里问题的焦点不是结果而是效率。这类问题的大中型例子就是排序。一张单据可以很快地用手工排好顺序，一千张就不大容易了，上万张就成为一个大难题了，如果这样的工作天天需要进行，而且要在限定的时间内完成，则更是手工操作无法胜任的了。同时担负这些工作的人员已不再是精通微分方程和运筹学的专家，而是各种类型的

企业或机关的工作人员或管理人员。在这种情况下，研究算法、编制程序和使用程序的任务就需要有所分工了。专门的计算机技术人员要研究各种算法和它们的效率，他们不是要解出某一个具体问题，而是要寻找更快的算法。至今的数据结构、算法分析等课程中，还可以看到人们在这方面研究与钻研的成果。编制程序的工作也由于汇编语言的出现而有所改进，最早的汇编系统已经出现，稍后一点，最早的高级程序设计语言，即所谓第三代语言（如 FORTRAN ,ALGOL) ,COBOL)也陆续诞生。一种新的职业——程序设计员(programmer) 诞生了。而最后的运行工作则可以交处理业务的操作人员去完成。随着硬件技术的发展，计算机的速度在提高，价格与体积在下降，使用条件放宽，于是计算机开始普遍进入大型企业、政府机构，形成了计算机应用的第一个高潮。在美国等技术比较发达的国家，人们争相购买计算机，在 60 年代中形成了一种明显的趋势。在这个阶段中，人们心目中的计算机应用工作就是算法设计与程序编制。

然而，实际应用的效果并没有人们所设想的那样产生巨大的效益。由于现代社会中生产和组织管理工作的日益社会化，任何一项业务，包括信息处理任务，都是从属于整个管理系统的，而不是孤立的。人们认识到：在经济管理领域，信息处理工作的成败，主要不在于每个环节的算法效率，而在于整个系统的协调和一致。对于各种管理系统中的信息流程的认识和理解成为人们注目的关键。又一种新的职业——系统分析员 (System Analyst) 应运而生。当然这种发展也是和技术的发展分不开的。硬件及软件技术的发展，第三代程序设计语言的广泛使用，使人们从具体的存储单位和寄存器等细节考虑中解放出来，在空间与效率上操作系统的出现，系统程序与应用程序的区分，使得分工更加细致。用户界面的改进、磁盘和终端的普遍使用使得计算机能够进入中小企业与各种类型的办公室。在经过一段讨论与思索后，计算机应用事业呈现出更加迅猛的发展趋势。在这个阶段人们对计算机应用的概念发生了进一步的变化，系统分析员成为这个舞台上的主角。

技术在继续发展，应用范围在进一步扩大。进入 80 年代后，人们一面在建造越来越大规模的系统，另一方面要求计算机为经济管理工作提供更多的服务与帮助，70 年代形成的系统分析方法已显得力不从心。面对着越来越大的应用系统，面对着更加灵活多变的信息需求，用手工方式进行的，以文字资料及图形资料为表达载体的系统分析方法，既难以描述与表达庞大的系统，又跟不上形势与需求的不断变化。同时由于第四代语言的出现，由于微型机及局部网的普遍使用，编程序的工作量相对减轻，人们很自然地更多地把注意力集中到如何对于大型的、灵活多变的信息处理系统的理解与设计上来。事情的发展是很富有戏剧性的。以取代手工处理为起点的计算机应用事业，在转了一个大圈之后，发现自身的分析与认识信息系统的工作又转到必须用现代化手段来帮助手工处理的时候。无法想象，离开信息系统工程的自动化，离开 CASE 工具的使用，计算机应用工作还能继续向前发展。与 70 年代的系统分析技术相比，今天我们面对的系统要大的多，复杂得多，变化快得多。用户已经不满足于日常的、例行的信息处理工作，而要求系统能够对各级各类决策者提供随机的、临时性的、广泛领域的支持与服务。这种要求的难度是很大的，时间要求又是非常紧迫的。今天的系统分析员与 70 年代的系统分析员相比，一方面有了更好的工作环境，计算机功能的大幅度提高，价格的下降，通信手段的改进，应用推荐及系统环境的改善（包括人机界面，

操作系统，第四代语言），另一方面又受到用户更广泛更苛刻的要求的巨大压力，因此，CASE 工具的产生及应用是必然的趋势。系统分析员的工作进一步分化，对于方法论的研究及工具的开发，已成为一个专门的领域；而从事实际系统开发的系统分析员则可以更多地研究具体系统的特殊性 & 特殊问题，通过选用适当的 CASE 工具，他可以在资料整理，文档编制方面节省大量的精力，在系统的一致性及完整性方面得到有益的提示与帮助，直至在原型的开发上部分地实现自动化。在这一阶段的另一个新情况是由于大量已有信息系统的存在，如何改进已有的计算机应用系统成为系统分析人员必须考虑的一个问题，由此提出再工程（或称重复工程 Reengineering）和逆工程（或称逆向过程 Re-verse — engineering）成为系统分析员必须掌握与应用的技术，而这些与 CASE 工具又是不可分割的。

回顾这 40 多年的历史，可以清楚地看到：计算机应用领域的不断扩大，使得它的应用目标、工作重点、工作环境和工具也不断发生变化。应用领域从科技计算，到单项应用，到例行的信息服务，一直到随机的决策信息需求的满足。应用目标则从单纯的数学问题求解，到单项业务效率的提高，到提供一个稳定运行的日常信息服务系统，到提供一个灵活可变的、易于变更发展的决策支持系统。工作的重点从结果的正确性，到处理效率，到系统的一致与协调，一直到灵活可变及更强的指令能力。工作的环境也从机器语言的裸机，到汇编语言、高级程序设计语言、操作系统，一直到今天的第四代语言、CASE 工具和计算机网络。

因此，CASE 工具的出现决不会是偶然的。它是 40 多年来计算机应用事业发展的必然的结果与产物。回顾这一段历史，可以使我们进一步认识 CASE 工具产生的背景，认识它的功能及范围的背景，从而更好地从事 CASE 工具的开发，或正确地、合理地选择与使用现有的 CASE 工具。

二、信息系统工程对工具的要求

40 多年的历史已经表明，随着计算机应用范围的不断扩大，对于工具与环境的要求也越来越高。

简单他说，这种要求就是帮助人们更快、更好、更省时地进行信息系统工程。为此，人们求助于两条途径：系统化与工程化。正如本章章名所说明的，信息系统工程一词如实地全面地反映了这门学科的对象及方法。信息及信息系统是研究的对象，而采用的方法则是系统化和工程化的方法。正是这两点构成了实现更快、更好、更省时的一系列具体方法的基础。

为了后面的具体方法更易于掌握，在此先对系统化和工程化的一般思想作一个概括的介绍。

系统化是指用系统的观点与方法去组织 & 实施信息系统建设的工程项目。人们常说，要系统地做事，系统地思考问题。然而怎样才是系统地做事，却难以有个明确的说法，似乎只可意会不可言传。如果不是进行纯理论的研究，从实践的角度，可以列出以下一些主要特征，从而勾画出系统化方法的轮廓。

（1）系统化就是强调全面性，注意防止只知其一不知其二，只见树木不见森林的片面。诚然，绝对的全面是不存在的，然而强调防止片面性，可以防止僵化、减少失误。这是人所共知的道理。具体到信息系统工程来说，强调全面性，就是要从信息系统内外、上下、管理与技术、过去与未来，需要

与可能，设备与人员等多个方面，多个视角去考虑与认识，并进而规划与实施。

(2) 所谓系统，或构成一个整体，就是不要把各部分看做孤立地，互不相关的事，而是集中地或重复地考虑它们之间的相互联系、相互作用、相互配合是怎样实现的，怎样分工合作共同实现系统的整体功能。这种方法的对立面就是孤立地、互不联系地去认识和考察各个部分，其结果可能是各个部分都可以正常地工作，而作为一个整体却无法正常运转，实现不了整体的功能。

(3) 系统化就是要强调有机地、按层次去认识与处理复杂系统。层次观点是系统方法的一个重要部分和一项重要方法。复杂系统之所以复杂，往往是因为不同层次的问题纠缠在一起造成的。主动地、有意识地把复杂系统分成层次，并把注意力集中于当前需要考虑的事情，而暂时置其他层次的事情于不顾。这是揭开这一团乱麻的有效办法。合理地划分层次，有意识地运用层次的观点与方法，对于实际工作是有很大好处的。

(4) 系统化就是要求人们以动态的、发展变化的观点去认识事物、处理事情。系统观点的一个重要内涵就是，认为或承认任何事物（或系统）都是过去的事物（或系统）发展变化的结果，同时，它也将继续向前发展变化，不会停止下来不再变化。

认识一个系统（特别是复杂系统）和认识这个系统的历史，是同一件事。正如人们说的哲学和哲学史是一件事。不了解系统的历史就不能真正认识系统的现状，也就不能真正认识系统的结构与行为，更不能有效地规划与实现系统的未来。

工程化的意思是按近代科学及产业形成的一套思想来做事。过程化的反面是手工方式。在近代产业产生之前，人类生产缺乏能工巧匠，然而生产力发展的速度十分缓慢，生产效率十分低下，知识积累十分困难，许多宝贵的经验与知识常常得而复失。近代工业革命以来，这种情况发生了变化，一系列新的观点及方法使得整个人类社会、至少一个工厂或企业成为一个整体，规范化、标准化、专业化的潮流席卷各个行业，产生的效率惊人，任何习惯势力都无济于事，而在这种潮流面前不得不退出历史舞台。这就是过程化的意义及力量。过程化强调工作步骤的规范化、标准化，即对于要做某种事情的步骤或工作阶段要明确地规定，规定其任务，成果及其他要求，不得因人而异。这种规定是在长期的实践中形成并固定下来的。它是产生可靠的产品，保证效率与质量的基石。过程化还强调定量的检测，任何一项工作、一个步骤、一项成果都要有明确的、定量的、可检测的指标。没有定量就没有控制，没有检测就没有工程。工程化对于文档的要求很高，这是达成共识，集个人知识为集体知识及社会知识的有效途径，这是过程化的又一个重要方面。

显然，信息系统工程在以上两方面都还十分欠缺，与许多传统的工程学科相比（如建筑过程等），显然还很很不成熟。至今人们还在争论，系统分析是一门艺术还是一门技术。然而，CASE 工具的出现，在这方面确实赋予了人们新的希望。

(1) CASE 工具对于全面收集信息提供了有效的手段。它以系统分析各工作系统为框架，针对不同阶段的目的与要求，提供了多种信息采集的人口或界面，从而引导和帮助人们采集必要的信息。同时，它还可以在信息不足或不完整时发出提示信息，提醒人们进一步收集有用的信息。另一方面，这

种工具还能使人们充分利用所有的信息,当某一有关系统的信息进入 CASE 工具的总的存储(以后将定义为中央库)后,它将能够为各方使用,从而减少了手工进行系统分析时,大量的重复采集,重复处理的不可回避的麻烦。显然,这是计算机辅助功能的又一例证。

(2) 在保证系统的一致性方面,CASE 工具也能产生积极的效果。在系统分析中,系统的一致性检验是十分烦人的,有的时候简直是难以完成的(由于组合爆炸而引起的无法胜任的负担)。当用计算机来存储及管理系统分析阶段的大量信息时,这些一致性的检验及保证则可以由计算机来辅助完成。如前所述,这是保证系统完整统一的必要条件。

(3) 在知识的积累方面,CASE 工具也十分有利于改进系统分析的工作。系统分析工作中大量的调查研究是人与人的思想交流,从而表现为个人的活动及信息采集。对于小项目而言,一个人或少数几个人的头脑就可以发挥积累知识的作用。然而,项目越大,时间较长,这种手工业的方式就越发不能适应。由于人员的增加与组成变化,各部分之间的协调再也无法在人的头脑中进行与完成,更不要说留下有效的文档交给系统的运行与维护人员了。

(4) 在各种成果的重用方面,CASE 工具也显示出了其作用。由于知识的有效积累,不仅是软件模块,而且包括各种图表、文档、都有可能得到更加充分的利用。重用这一概念,在更广泛的意义上得到实现。这将使重复劳动大大减少,工作效率大大提高。

总之,CASE 工具确实能够对于信息系统中系统化与工程化思想的实现,提供有效的帮助。熟悉 70 年代的系统分析思想与方法的读者,不难发现,以上许多讨论或强调之处都不是生疏的。许多经典的课本及专著中都论述过这些观点。然而不同之处在于,今天的问题得到了计算机辅助工具的支持,许多原则不再是只能讲而很难做,或小系统可做,大系统做不了,而是具备了具体实施的条件。

当然,这里还应当指出的一点是,CASE 工具是系统分析员的辅助工具,它能帮助我们实现上述基本思想,而不能代替人实现系统化工程化的目标。系统分析,或信息系统工程归根到底要靠人来实现。我们在考虑 CASE 的时候切不可忘记这一基本点。

三、CASE 的发展过程

到目前为止,CASE 软件的发展已经经历了四个阶段(按 E.Yourdon 的说法)。下面,对这四个阶段的基本情况作一概括的介绍。

第一个阶段可以称之为 CASE 的史前阶段,即还没有出现专门的,如今天所说的 CASE 工具,但是在信息系统的开发与设计工作中,人们自发地、不自觉地、零散地使用计算机去完成若干信息处理工作。从时间上来说,70 年代末期或 80 年代初期之前均可属于这个阶段。

当然,从最广泛的意义上讲,人们运用操作系统和编译系统,甚至高级语言的出现本身都是在帮助人们更好地应用计算机。除了最初的裸机和机器语言之外,一切软件硬件都是广泛的“计算机辅助”工具,都是“CA”。然而,作为 CASE 似乎还应有一定的范围,所谓“SE”,即主要是指对复杂系统的工程(System Engineering),即主要是指对复杂系统的认识、理解和描述。从这个意义上讲,CASE 工具的雏型或最初思想是从图形及文档的生成开始的。

为了使系统开发的组织管理规范化、工程化，规定文档和图形表示的要求是最基本的方法之一。纵观各种方法的发展历史，无一不具体落实到某些文档内容、格式的约定或某种图示方法的制定。因此，从实际工作者的角度来看，无非大量的文档编写及图表绘制。随着应用范围的扩展，系统规模的扩大，这种工作的负担的迅速增长，很快就成为难以承担的重负，成为实际工作中的主要障碍。既然，信息系统工程的目的是要帮助人们从繁琐重复的信息处理工作中解放出来，那么还有什么理由在它自身的工作过程中，还局限于用手工方式做大量繁琐重复和信息处理工作呢？因此，从国内来看，最早的文字处理系统 WORDSTAR 被普遍用来编制文档，而绘图功能较强的 CAD 软件 AUTOCAD 则被用来绘制数据流程图及 ER 图。当数据字典的概念为人们所了解和使用的时候，dBASE II 或 dBASE III 就很自然地用来作为数据字典的实现手段。国外的情况也与之类似，只不过在时间上早一些，应用的软件多一些。

在这种情况下，下一步自然的发展就是开始考虑专用的 CASE 工具的开发。这就是第二个阶段——面向单项应用的 CASE 工具的阶段。

这些专用工具的出现，来源于人们不满足于使用通用软件来从事信息系统工程中的文档编制及作图工作，只能做到“形似”，而不能反映事物的实质。也就是说，只是在写字与画图的水平上给人们以帮助。举例来说，当人们用某种绘图软件画数据流程图时，图上的方块、圆圈、连线对于这个绘图软件来说，只是毫无实际含义的几何图形，并不具有我们在数据流程图中所赋予的逻辑提供帮助，如防止误操作，进行逻辑含义的检查，进行自动的检验与调整等，它们就无能为力了。在文档处理、数据字典的管理等方面，也存在同样的问题。

这样，在一些通用软件的基础上，若干专门的、为信息系统工程所需要的数据字典管理系统 (DDMS, Data Dictionary Management System) 就是在通用的数据库管理系统的基础上，增加数据项的标准格式，自动连接，自动保证一致性等功能，并安排了与数据库、文件联系及使用的接口，如 DEC 上的 CDD，HP 上的 FLOW，它不同于一般绘图软件之处就在于它把各个因素 (ICON) 与其逻辑含义联系起来，这样不仅操作简便，而且能防止绘制过程中出现不合理的情形。在文档编制方面，一些专用软件可以提供标准的文档格式，并保证有关段落之间的一致性。

这个阶段在国外大约是从 80 年代初期开始的。上面举的几个例子均已在 80、83 年推出，并进入中国市场。在国内来说，在 80 年代中期以后，也进行了大量工作，例如许多单位开发了报表自动生成软件、菜单自动生成软件、屏幕设计软件等等，均可属于此类。区别在于，国内较多地集中于支持系统开发的后期，即可编码与调试阶段，也就是国外所谓的下游 CASE。而国外在前期所做的工作，对分析阶段所做的支持工具 (如数据分析，需求分析等)，则在国内外开发尚少，这就是所谓的上游 CASE。如果按 IBM 的分法，CASE 工具分为设计工具、分析工具、计划工具三类 (design tool, analysis tool, planning tool)，可以说，国内在设计工具方面做得较多，而分析工具方面则比较少，计划工具则几乎没有。

CASE 工具发展的第三阶段是集成化的 CASE，即所谓 I-CASE。第二阶段中推出的各种 CASE 工具是相互孤立的，互不相干的。它们分别支持信息系统开发过程中的某一阶段或某一环节或某一项工作。正如信息系统工程的基本

思想所一再强调的，整体性与一致性是系统工程方法的灵魂，保持系统各部分以及开发工作各阶段的协调与一致性这个最大的难题完全留给人们去思考，那么其作用也就是非常有限的了。例如，当我们在数据流程图和数据字典中讨论系统中的某项数据、某个文件的时候，它在这两种表达工具中都会有所表达。如果这二者是互不相干的，我们就必须十分小心地进行检验与核对，以保证它们的含义、内容、格式的一致性。当系统规模越来越大的时候，这种检验与核对的工作量就会呈指数规律上升，（因为组合爆炸）迅速地超出人力所能承担的界限。而计算机则是从事这类十分繁琐的信息处理工作的有效工具，而要做到这一点，就需要把这些工具联系起来，把它们存储的信息统一起来，即集成化。例如，在 ER 图中描述的某一项数据，其名字及属性应当同时记入数据字典，反之，在数据字典中描述的某一个数据库或数据文件也应当在数据流程图中有所反映。一个集成化的 CASE 工具应当尽可能地协助人们自动地进行这种一致性与完整性的保证工作，至少应当能够提醒人们注意到其中的下一致或不完整。

显而易见，这一工作的困难是相当大的。由于系统类型的复杂多变，各阶段工作的视角变化，各种工具的描述方法的区别差异，一个统一的信息模型是相当复杂的，是很难组织及管理的。因此，很自然地，对于开发过程及统一的信息模型的再认识，成为这一时期（80 年代的中期与后期）的研究热点。其结果之一就是 1989 年 9 月 IBM 发表的 AD / Cycle (Application Development cycle)。这是一个理论与概念的框架，它包括两部分，一部分是应用系统的静态结构，SAA (System Application Architecture)，另一部分就是应用系统的开发过程 AD / Cycle。按照 IBM 公司自己的讲法，这是一个应用系统开发及 CASE 工具的框架，他们希望依据这个框架，在 IBM 主要机种 (AS / 400, PS / 2 等) 的硬件与软件平台上，开发出完整的、系列化的、互相配合的 CASE 工具，从而从根本上提高应用系统开发的水平及效率。到 1991 年 7 月，IBM 公司及其软件伙伴已经推出了二十几种产品，从不同角度、不同阶段，支持 AD / Cycle 的思想方法。

这一阶段提出的一个重要概念是中心库 (Repository)。这是系统开发过程中全部信息的总汇，它对于系统开发各阶段所收集的信息进行统一的存储与管理，同时也对系统开发各阶段提供信息服务与支持。关于 Repository 的内容及管理也是当前普遍关心的研究课题之一。

进入 90 年代以来，关于 I-CASE 的研究与开发在国内外许多单位广泛开展，许多产品陆续问世，关于 CASE 的选择与使用已经成为一个现实的问题。有人预言，到了 1995 年，不用 CASE 工具，就不可能进入应用系统开发的市场竞争了，这并不是言过其实的。

虽然目前大家的注意力还主要集中于上述 I-CASE 的开发与使用上，可以说还是处在第三个发展阶段上，然而新的概念又已经产生出来了。虽然尚未得到公认，我们姑且称之为第四个阶段，这就是企业范围的 I-CASE。这是 E. Yourdon 在 1992 年提出来的。他认为，目前所说的 I-CASE 多为项目范围的 I-CASE (Project-wide)，即是在一个项目范围内的集成，信息的一致、重用和统一管理都是就一个项目而言的，作为一个有竞争力的世界级 (World-class-wide) 的软件公司，应当培养企业范围内的 I-CASE (Enterprise-wide)，即在更大范围内实现信息、软件、知识及其他资源的统一管理、协调一致、重用等等。他认为，只有这样，才能使软件产业真正

摆脱受制于个人的手工作坊式的落后状态，才能真正实现软件生产的产业化，实现类似于传统产业中进入现代化生产的飞跃。这一问题目前尚属刚刚开始讨论，距离实施尚有相当距离。然而，这一方面是值得注意的。

回顾上述历史发展过程，我们可以看到，CASE 工具的发展是十分迅速的，对 CASE 工具的社会需求也是十分迫切的，现代信息系统工程必须对此给予足够的重视。同样十分明显的是，CASE 是一个正在发展中的领域，正如 E. Yourdon 和许多别的专家指出的，目前的 CASE 工具还远未达到预期的作用，CASE 工具的成熟及有效使用还要有一段时间（有人认为要到 1995 年或更长时间），因此，在 CASE 的开发、研究、使用中，谨慎及反复认真的考虑，切实从实际出发，仍然是十分重要的。

关于 CASE 的这一名称，还有一点要说明的。许多文献将 CASE 解释为计算机辅助软件工程（Computer Aided Software Engineering）。从历史上来说，这有其客观原因及由来的。如前所述，许多实际的产品确实是着重于软件的开发。然而，从发展的方向来看，CASE 越来越多地考虑对复杂的信息系统的认识、描述及管理，而不仅仅局限于软件的开发。例如管理环境的描述，通信环境的设计，硬件配置，人员管理，项目管理等等。如果还是仅限于软件开发，甚至编码（Coding），则限制了 CASE 的发展前景，也不符合实际的情况。因此，我们在本书中，把 CASE 理解为计算机辅助系统工程（Computer Aided System Engineering）。

第四节 标准化问题

人类在生产及其他社会活动中，经过长期的实践，逐步认识到了标准化的意义和重要性。所谓标准，就是人们对于某些普遍使用的概念、术语、方法、尺度等所做的统一的规定。制订和推行标准的过程就是标准化的过程。

标准化的发展程度是社会生产水平发展程度的标志之一。在以小农经济为基础的封建社会中，由于商品生产很不发达，各地方互相之间的经济文化交流处于从属的次要的地位，主要是靠自给自足。这样，从产品的规格到质量都没有统一的标准。有些封建统治者为了维护其统治，甚至有意造成技术上经济上的不一致，以便维持其封建割据的地盘。现代化的社会化大生产，迫切地要求在各方面制订和实行统一的标准，这不仅是为了提高生产效率，降低成本，同时也是为了避免浪费人力物力，从全社会的范围内提高生产水平。

物质生产中标准化的作用已为人们所普遍认识，并已经制定了许多方面的标准，这方面的工作已经日趋成熟，然而，在信息处理方面的标准化则是近二三十年才为人们所注意。从广义上讲，语言、文字也都是传递信息的工具，在长期的历史发展过程中，语言文字的融合与统一，曾在许多民族发展中起到过重要作用，我国大力推广普通话的实质也是一种信息交换方式标准化的工作。然而，这些工作并没有从信息系统的角度自觉地提出标准化问题，人们全面地、自觉地从信息系统角度提出标准化问题，则是在计算机应用工作的促进下，近年来才开始的。计算机在信息处理方面的精确性和高速度使得没有标准化所带来的弊病成为非常突出的问题，不仅信息处理工作本身需要标准化，而且信息系统研制工作也需要标准化。从根本上说，信息系统的根本功能是向人们提供信息服务，也就是帮助人们交换和传递信息，这本身就需要一个标准，否则人们就无法相互理解。前面讨论中，曾多次提到信息系统的研制过程本身也是一个交流思想，统一认识的过程。我们所讨论的工具和方法，都是为了正确地交换和表达思想，而这正是一个标准化的问题。因此，在讨论信息系统的研制工作时，不能不对信息系统的标准化进行专门的深入和讨论。

信息系统及其研制工作中，需要考虑标准化的问题很多。它包括：代码体系、指标体系、系统模式、描述方法和研制过程。以下将分别加以讨论。

一、代码标准化

在任何信息系统中，信息的表示方法都是系统的最重要的基础之一。任何信息都是通过一定的编码方式，以代码的形式输入并存储在计算机中的。当然，文字是一种记号，也可以说是一种代码，但是由于它长度不定，又常常具有二义性，因此，我们在信息系统中常常要在文字描述之外，用代码来区分实体或它们的属性值。例如，库存管理中的零件代号，人事档案中的职工编号，医疗科学研究中的心电图码等。

如果一个信息系统中原先已有比较科学、严格的代码体系，可以继续使用而不至于影响系统的功能和效率，那么，我们在应用计算机于这一系统时就能够比较顺利，比较迅速。反之，如果原先的代码体系不严格，有二义性，或者由于情况的变化，已经不够用，那么，就需要考虑新的编码方法。

代码体系的建立当然应该由负责该领域业务工作的人员来完成，因为无

论是对象，还是属性的分类方法，都要由特定的业务或技术来确定。作为信息系统的工作人员，可以在代码制定中提出参考意见，即从信息处理的角度提出建议。例如，以下几个方面是比较常见的。

(1) 代码的长度不宜过长，以便节省存储空间，加快处理速度。当然，代码长度应能容纳下所涉及的实体或属性，必须能把这些实体或属性区分开。

(2) 尽量在代码中反映出一定的逻辑含义，特别是检索方向。单纯的顺序编号，对于进一步处理起不了什么作用。因此，应该根据信息的检索需求，把代码分成若干段，每段反映一个检索项的值。这样，就能从代码中迅速地进行检索或进行其他处理。例如，学生学号的编制中，就可以把入学年份、系的编号纳入学号之中。如果这样做，将来的查询功能就能够做得快一些，好一些。

(3) 留有扩充的余地。一般来说，扩充有两种情况，一种是实体的个数增加，另一种是需要进一步细分某些实体或属性值的类别。在这两种情况下，如果事先没有留有充分的余地，就会出现代码无法编制，或者所要表达的分类情况无法表示等情况。对前一种情况来说，应该计算代码的容量，即它所能表达的个体的个数。例如，一个三位数的数字代码，可以区分一千个不同的个体，一个由两个英文字母组成的代码，可以表达 676 个不同的个体 (26×26)，如果区分大写小写，并且可以用数字出现在其中，那么同样是两位的代码可以表达 3844 个不同的个体 (62×62)。我们在计算容量时，都应该考虑到今后的发展与扩充，而不能只看当前的情况。对后一种情况，则可以在代码的长度中留出一至二位作为备用。

通过提出这些建议，信息系统的研制人员与业务人员合作，共同提出新的代码设计方案。这是系统设计内容的一部分。

代码体系涉及到许多具体的工作人员，如果代码体系发生变化，就会遇到变更工作习惯或工作方式的问题，这是相当麻烦的事情，可能会遇到各种各样的障碍及阻力，信息系统的设计人员应该有充分的准备，对代码体系的修改持谨慎态度。

在我国目前的情况下，许多代码尚没有全国统一的标准。例如，产品目录就有多种。这种情况，给信息系统的研制带来很大困难。作为信息系统的研制人员，一方面应该对于这种情况有充分的思想准备，在自己的系统中把涉及某种代码的操作集中起来，而把当前代码体系作为文件存储起来，随时可以更换，而不要把它写入程序中，以免不易改动。另一方面，应该在本部门和本单位中，和业务人员密切合作，努力编制出符合实际需要的代码体系，这不仅能为完成本单位的信息系统改善工作创造条件，同时也为上级或全国制订统一的标准提供经验、教训及参考意见。

二、指标体系标准化

在某一工作范围内，大家需要对共同关心的信息格式作出统一的规定，以便进行交流。例如，某一系统中，关于库存物资需要记录哪几项信息，关于一项订货业务需要记录哪几项信息等等。从实质上讲，信息格式反映了人们对某一类实体的认识程度，它是记录人们对该实体认识的一个框架。以人事档案为例，我们在人事工作中总结出来，为人事管理的需要，对于每一个工作人员，我们需要记录姓名、籍贯、出生年月、家庭地址、政治面目、文

化程度、工作简历和奖惩情况等等。根据这些可以制订出人事档案的管理工作，则各单位之间的信息交换就会容易得多。同样，工资管理、物资管理等，也都应制订出统一的规格，以便交流。

指标体系的标准化往往涉及到具体的各业务部门的特定问题。例如，对于一个工厂的技术经济水平，究竟应该用哪些指标来评价，根据不同的管理体制或不同的管理理论就会有不同的回答。同样，对于一个国家的经济状况，应该用怎样的指标体系来衡量，也会由于社会经济条件的不同或经济理论的不同而各异，因此，指标体系的标准化不是单纯的信息处理问题，而首先在于业务指导思想 and 观点的统一。在没有实现这种统一之前，常常需要采取兼容并蓄的办法，把所有有关的信息纳入更广泛的模式之中，以备各种需要。例如，不同经济理论需要不同的数据，信息系统则应该存储所有的有关数据，以便能根据不同的理论观点进行预测、模拟等工作。这对于决策支持系统，常常是需要的。当然，从信息处理来看，应该尽量减少不必要的冗余存储，而尽量只存储那些必需的信息，以便节约存储空间及处理时间。

在社会经济的一些重要方面，国家统计局已经制订了有关的指标体系(包括内容、算法、口径等)，研制信息系统时应遵照执行。

三、系统模式标准化

虽然我们可以从信息处理的最一般情况出发，给出信息系统的基本模式，然而，这样的模式实在是过于抽象，难于给具体工作带来启发和帮助。事实上，每一领域中的每种特定的信息系统，都有一些共同的特点。根据这些特点，我们可以归纳出各类信息系统的特定模式，这对于开展信息系统的工作是很有好处的。例如，中小企业的财务管理系统，就有一些共同的特点，从事这一方面工作的同志，可以通过各自的经验以及相互交流，总结出一般的模块。又如，以处理实验数据为主要目标的计算机应用系统，常常与一定的数据采集装置相联系，这种系统在数据存储及加工上也有其本身的特点，可以形成一个特定的模式。机关工作中的办公自动化系统，常常需要处理大量的文字信息，对于文字处理的要求比较高，显然也应该形成其特定的模式。

这些模式的形成，对于信息处理工作水平的提高，能够发挥积极的作用。首先，可以在这些模式的基础上提高软件生产的效率，避免重复劳动，生产出一些便于交流，便于商品化的通用软件。其次，便于信息的交流，提高信息资源的利用效率，提高管理工作或其他工作的水平。当然，这是和上面提到的信息格式的标准化联系在一起的。

四、描述工具的标准化

对于信息系统来说，描述工具的标准化是十分重要的。无论在信息系统的研制工作过程中还是在使用过程中，都有大量的信息交流，除了前面提到的业务信息内容的交流之外，常常要涉及信息系统本身的情况。例如，信息系统的结构、工作流程、处理原则等。当讨论信息系统的研制或改进时，研制人员内部、研制人员和管理人员之间，必然要对这些问题进行大量的讨论及研究，如果没有一个统一的标准，就无法形成统一的语言，讨论就不能顺利地进行，甚至会发生种种误解和矛盾。

从学科的发展来看，如果没有统一的标准，从事信息系统研制的工作人员之间就无法进行经验交流，无法进行进一步的理论上的深入探讨。为此也

需要有一个统一表达及描述的工具。

从目前已经介绍到国内的各种描述工具来看，许多描述工具之间常常是大同小异，有的则只是符号的差异，由于这样一些差异而给人们交流思想造成障碍是没有道理的。我们应该认真分析这些描述工具的异同，进行客观的分析、取舍或改造，形成符合我国情况的、易用易懂的一套描述工具。由于信息系统是比较复杂的系统，任何单纯一种图表都不可能完全地描述或反映其全貌。因此，我们所说的工具不应该是单纯的一种图表，而应该是一套互相配合、互相补充的图表或其他表达工具。

特别是在目前，计算机应用工作大规模地展开，在各种大专院校中，在各种知识更新的培训上，在各种在职干部学习的教材中，这些工具的作用日趋明显，在这种情况下，抓紧信息系统描述工具的标准化工作具有特别重要的意义。

五、研制工作阶段划分的标准化

信息系统研制工作中正确划分阶段是保证研制工作顺利进行的一个重要条件。经验证明，每一个工作阶段都应该有明确的任务，明确的起点，明确的终点，这些都应该是能够检查的、确切的、有定量标准的。如果不是这样，就会给工作带来许多隐患。

目前，在工作阶段的划分上，有多种不同的划分方法。各工作阶段的名称、任务、起点、终点都有不同的提法，对于各阶段形成的工作文件应该包括什么内容也有不同的理解。这种情况对于信息系统的工作是不利的。对于同一工作集中的人员来说，如果没有统一的认识，就会无法协调彼此的工作。对于不同单位的人员来说，如果没有统一的认识，就无法互相学习、互相切磋。因此，有必要把各种不同的划分方法加以统一。

现有的各种阶段划分法之间主要区别在于详略不同和名称不同。在实质内容上区别并不大，往往是强调的方面有所不同。因此，加以适当调整，取得一致并不是不可能的。

以上讨论的各种标准化问题，目前都已经提到议事日程上来了。许多从事实际工作的同志，在自己的工作中已经深刻地体会到标准化的必要性。有的同志也已在这方面作了许多有益的准备。可以说，实际工作已经提出了这个问题。然而，这并不是说，目前已经具备了提出全国性的统一规范的必要条件。

总的来说，我国的计算机应用事业还处于开始的阶段，严格地按照科学方法研制的系统还不多，相当多的工作还缺乏系统的完整的分析研究，带有一定的盲目性。盲目地购买计算机，本末倒置的工作安排，不讲经济效益地搞项目，这些情况还是相当普遍地存在着。在这种情况下，当务之急的问题是普及系统分析的思想和方法，纠正各种不科学的做法，把现有资源充分利用起来，尽可能避免或减少损失。在此同时，总结实际工作，逐步积累经验，为今后制订科学的统一的标准打下坚实的基础。

如果在目前的情况下，急于马上提出统一的标准，就很可能由于缺乏必要的思想基础和实际工作基础，使一些同志把注意力集中于某些具体的图表及步骤上，而没有理解系统分析的实质，不是把力量集中于真正了解系统现状和从实际出发有步骤地完成项目上，而是死板地走过场地按规定步骤去做。这恰恰违反了系统分析方法的基本思想。这种情况在某些地方已经出现

过。

标准的制订，从表面上看来，是一时的、主观的行政规定，事实上，它是长期的大量的工作所产生的结果，是有深远的实际工作作为基础的。从历史上看，任何一种标准，从它的酝酿、试行、确定到在社会上普遍采用，都经历了相当长的历史时期。缺乏这种基础或不合实际工作需要的标准，即命名用行政的方法制订了，最终也不能得到实行，而会被抛弃。勉强的统一是拔苗助长，不但不会促进计算机应用事业的发展，反而可能起不良的作用。在目前情况下，除大力宣传系统分析的思想之外，应该采取百家争鸣的方法，广泛开展各种方法的实践和试验。在我国如此广阔的实践天地中，计算机应用的舞台是非常广阔的，现在决不是做的太多了，而是太少了。在如此广阔的实际工作基础上，我们坚信，不久的将来，就会涌现出大量成功的富有创造性的经验，到那时，各种有关问题的标准化，将是水到渠成、瓜熟蒂落的事情。

此外，标准化分很多级别，有国际的标准，有国家的标准，有部门的标准，有企业的标准。此外，还有地区的标准，行业的标准，等等。因此，从实际工作的同志，完全可以在自己工作的范围内，就自己所触及的问题，进行局部的标准化工作。例如，在企业中实行某种信息的代码标准化，在某一部门中规定和试行某些信息格式的标准化。这样的工作，不但与全局的标准化工作不矛盾，而且为更高一级的标准化摸索了经验，准备了条件。国家的有关部门也正需要依据各基层单位的经验，来制订和推行全国性的标准。因此，我们强调慎重考虑全国性的标准，决不是反对考虑标准化问题，恰恰相反，正是为了更广泛地打好全国标准化的坚实基础。

总之，首先需要普及系统分析的思想，大力开展实际工作，才能为全国范围的标准化作好准备。

第二部分 信息系统技术

信息系统的最终用户是系统中各部门的决策者、管理人员及办事人员(操作人员)。在竞争激烈的环境里,管理人员和决策者必须有效地利用信息才有可能立于不败之地。

当今计算机不仅是省钱的工具,也是创造利润的工具。无论哪个组织和部门,都有大量尚未发掘的可利用计算机和信息资源的潜力。发掘这种潜力要靠信息部门、信息系统开发者和用户的密切合作,但归根结底还是要靠用户。用户要提出确定的信息需求,并参与系统的规划、开发、运行、维护、管理等方面的意见,对系统的鉴别和提高也要由用户负责。特别是在分布式数据处理环境里用户不仅要参加系统的开发,而且还要负责管理系统所需要的硬件设备、软件和人员。因此,管理人员和决策者应掌握计算机和信息处理的基础知识。

第四章 信息处理技术

随着计算机应用领域的扩大及信息处理技术与通信技术的发展与结合，信息处理方式多样化了。根据对信息的不同需求和目的，可采用多种不同的信息处理方式。本章各节将介绍常见的几种基本方式。

第一节 批处理和实时处理

根据系统对用户要求的响应时间的长短，信息处理方式可划分为批处理（batch processing）方式和实时处理（real time processing）方式。所谓响应时间是指从某数据输入结束至计算机开始输出相应处理结果的一段时间。对同一个数据处理对象而言，由于处理的要求和情况不同，响应时间的长短也可能不同。

一、批处理

批处理也叫汇总处理，这种处理方式把一定时间内或者一定数量的要处理的数据存储汇集后，一起进行集中处理加工，以便获得所需要的信息。输入输出由连接在计算机主机的外部设备来完成。这种处理方式适用于，如果不搜集一定数量的必要数据，就没有什么处理意义和效果，或者没有必要急于得到处理结果的统计分析业务。例如，每月计算一次工资、掌握不同商品的销售额状况的统计分析业务等。

批处理方式，还可根据把数据输入计算机的方法，分为中心批处理、联机批处理和脱机批处理。

中心批处理方式是将发生的数不胜数的数据邮寄或用运输工具或人力送到计算部门，然后输入计算机进行处理的方式。

联机批处理和脱机批处理方式的区别在于：联机批处理方式是把数据直接输入到计算机；而脱机批处理方式则先把数据搜集、记录在纸带、软盘、磁带、磁盘等可装卸的媒体上，然后再输入到计算机。这两者都借助数据通信系统传送所要处理的数据。批处理方式操作简便，系统处理效率高，费用较低，但即时性很差，这是它的致命缺点。

二、实时处理

实时处理方式，对于每个处理请求，系统保证在规定时间内，以最快的速度输出所需要的处理结果。实时处理的首要条件是响应的即时性。为了保证即时性，一般都采用联机处理方式。实时处理方式的应用领域非常广泛，譬如监控系统、窗口询问服务系统、金融流通系统，信息转接等。

一般实时处理系统只允许处理已确定的工作（业务）。如预订座位系统只办理预订座位服务；银行联机系统只办理银行业务。而它只限于面向常规的作业业务，这是为了保证响应的即时性。

第二节 分时处理和会话处理

分时处理可以说是实时处理的另一种形式。所谓分时处理是指多个用户分时利用中央处理机的一种方式。在这种处理方式中，通常把处理机的时间分割成很多较短的时间段，例如一个时间段为 0.2 毫秒，将这些时间段轮流地分配给各个终端用户作业，这样各用户作业的程序每过一段时间就获得一个时间段，如果在这段时间内作业还未完成，就待到下一轮再处理，直至作业完成为止。这样可使各个用户都感到自己独占使用中央处理机，只是速度比真正独占一台计算机慢一些，但由于计算机高速运行处理，用户一般感觉不到。

在分时处理与会话处理之间有着密切的关系，会话处理的主要目的是使计算机和使用者协同处理以解决问题。为此终端用户通过通信线路进行人机通信，系统以人一机会话方式对用户终端输入的每条语句即时进行解释、校对和执行等处理，之后向终端发回一个应答，应答可以包含多种信息（例如，指出输入信息正确与否等），这时，会话人可根据应答的信息，决定下一步动作，然后通过终端向计算机输入信息。这种分时型和会话型结合的方式提高了计算机处理业务的质量、速度和效率，并增强了系统的灵活性。另一方面，由于人的动作相对计算机处理速度而言很慢，所以在一台计算机上多个用户同时以会话方式处理业务完全是可能的，而且是很有效的。这是一种以终端用户为主体的处理方式。由于在这种方式中多个用户共享计算机系统种的各种资源，所以在各用户之间要有安全保密措施。

会话型处理，通常是在分时处理的环境下根据会话人的要求对业务进行处理的。所以分时处理有时也叫会话型处理，或者叫需求处理。

会话型处理在科学研究、情报检索、软件调试与编制、计算机图像处理、计算机辅助设计以及计算机辅助管理等方面得到了广泛应用。

第三节 远程处理和局域处理

根据系统与用户之间距离远近的不同，信息处理方式可划分为远程处理方式和局域处理方式。

一、远程处理

远程处理是指用户不必去计算（或信息）中心，而通过通信线路使用远处的计算机进行处理的方式。也就是从远程终端通过通信线路向计算机进行输入信息的作业，在中心计算机上进行批处理后把结果反馈到远程终端设备。所以远程处理通常也可称为远程操作录入。实际上远程处理是一种远距离的联机批处理方式。因为除了终端和通信控制器以外，它和批处理方式完全一样。

远程处理方式发挥了远程处理和计算机的高速化特点，但实时性差。由于处理的内容和服务方式不同，结果的返回时间可能从几分钟到几个小时。远程处理适用的典型业务是利用大型计算机和巨型计算机进行科学计算，但具有这样大的计算机的用户毕竟是少数，大量的用户是通过通信线路使用别人的（如计算中心的）计算机。

二、局域处理

与远程处理相反，局域处理是指在放置计算机的地方使用计算机的方式。小型计算机系统和微型计算机系统中，一般都采用这种方式。事实上，只有在区分远程处理和局域处理的场合，才较多地使用这个概念。即在计算机网络中分布在各处的计算机各自进行处理的方式就叫做局域处理。近来在应用领域里，虽然远程处理所占的比率越来越大，但总的来说，局域处理的比率仍很高，今后还将是计算机利用的主要方式。

第四节 脱机处理和联机处理

在计算机系统中，根据中心计算机的 CPU（中央处理机）是否直接控制外部设备的数据处理，以及数据传输过程中是否需要人工干预，计算机的信息处理方式可划分为脱机处理（off line processing）方式和联机处理（on line processing）方式。

一、脱机处理

在这种方式中，用户事先与中心计算机的 CPU 不直接连接的，而在面靠近用户的设备上把信息（数据、程序等）收集起来，并记录在存储媒体上，再利用通信线路把它传送到中心计算机的某种输入输出设备（如磁带等）并把它存储起来，待到中央计算机的 CPU 空闲时再由操作员从输入输出设备输入到中央计算机进行成批处理，处理结果也以同样方式转送给用户的输入输出设备。

如上所述，这种方式是数据传送过程，需要人工干预，系统在操作员的介入下调用用户的作业进行批处理，所以叫脱机批处理，通常叫脱机处理。

二、联机处理

联机处理是指一台中央处理机直接或者通过通信线路连接多台终端设备和外部设备，并使这些外部设备在直接或通过通信控制软件的控制下进行数据收集和处理，处理结果也直接或通过通信线路传送给终端设备和外部设备的方式。这种方式在数据传送过程中，不需要人工干预。

在联机处理系统中，最基本的功能是通信功能，还有人机接口和数据库的存储功能等。联机处理使终端业务的局部处理和终端机的智能化成为可能。

第五节 集中处理、分散处理和分布处理

信息处理的集中化 (centralization) 和分散化 (decentralization) 问题是自信息处理技术的机械化以来一直在研究的问题, 随着计算机和通信技术的发展水平的不同, 系统的集中和分散程度也不同。在计算机系统中, 根据处理机配置方式和信息的存储及处理功能的集中程度的不同, 信息处理方式可分为集中式、分散式和分布式三种。

一、集中式

在集中式处理中, 信息存储、控制、管理和处理都集中在一台或几台计算机上。集中式处理方式又可分为简单集中式、复合集中式以及多级复合集中式。

简单集中式是指信息的存储、控制、管理和处理完全集中在一台计算机上进行的系统, 这是信息系统发展初期所采用的一种方式。这种方式适合于目标要求高度集中的系统, 如飞机订票系统、铁路调度系统等。这种方式存在着可靠性差、适应性差、主机负担过重等缺点。

复合集中式和简单集中式的区别在于信息的存储、管理和处理分散在两个以上的计算机上。它比简单集中式可靠性高, 但投资要大。

多级复合集中式中信息的存储、管理与处理都是集中的。它是可分为二级或多级的分层分级的集中方式。在这个系统中, 下级的信息对上级有比较强的依赖关系, 在有些情况下, 下级信息就是上级信息的一部分。这种方式适合于那些信息需要集中存储管理且管理分为多层次的部门和企业。

二、分散式

这种处理方式又分为信息分散和功能分散两种方式。前者是指信息存储和信息处理的位置都分散, 各应用部门都有各自的目标和运行方式; 后者是指几个部门或系统共用计算机系统资源, 信息也存储在同一台机器上, 但却没有总体目标, 各系统的信息数据不共享, 相互之间无联系和协调关系。这种方式是信息处理系统发展初期的一种形式, 目前我国众多的小企业采用这种方式。对于整体性强, 目标要求较分散的大、中型企业信息系统的的发展来说, 势必发展到多级集中式或分布式。

三、分布式

分布式处理方式是为了克服集中式方式的缺陷而提出的。这种系统由若干台结构独立的计算机构成, 各台计算机也可以有各自的存储器, 能独立承担分配给它的任务, 这些计算机之间可用通信线路联结在一起。整个系统根据信息存储和处理的需要, 将目标和任务事先按一定的规则和方式分散给各个子系统, 而各个子系统往往都由各自的处理设备来控制和管理, 各子系统之间必要时可以进行信息交换和总体协调。在这种方式中, 各子系统可以处于平等地位, 也可以有上下的主从关系。分布式处理系统的主要优点是可靠、经济、灵活; 缺点是掌握分布度和管理、维护难。

以上各节介绍的各种处理方式, 开始是各自以独立的形式先后发展起来, 从第三代计算机系统开始, 几种不同的处理方式组合成一个系统, 当前的多数系统实际上都兼容了以上几种处理方式。

第五章 计算机硬件

第一节 概述

一个计算机系统由硬件和软件组成，硬件是计算机系统的实际装置，是物质基础和核心。

自从 1946 年冯·诺依曼 (Von Neumann) 提出的通用电子计算机的“程序内藏式” (stored program) 设计思想实现以来，随着电子器件和功能器件的发展，特别是集成电路和大规模集成电路的出现，计算机在速度、容量、性能等方面都有了飞跃性的发展。其发展从所使用的元器件来看，已经更新了四代，第一代计算机的基本元器件是电子管，第二代是晶体管，第三代是集成电路，第四代是中、大规模集成电路。无论计算机的元器件如何变化、无论计算机的规模大小及其性能的差异有多大，复杂程度如何，前四代计算机仍然基本属于冯·诺依曼结构。非冯·诺依曼结构计算机，则自第五代计算机开始才提出。

冯·诺依曼提出的所谓“程序内藏式”，是指计算机按顺序取出预先存放在存储器内的程序，以此来逐次控制进行工作的方式。

鉴于当今普遍使用的计算机都是冯·诺依曼结构，本书的内容就以它为基础。

组成计算机的基本部件有运算器、控制器、存储器、输入输出设备等。通常由运算器、控制器、包括基本容量的存储器组成的部分叫中央处理机 (Central Processing Unit, 缩写成 CPU) 或叫主机。这是计算机系统的核心部分，在任何计算机系统中都是必备的。其他存储器、输入输出设备可由用户根据需要自行选择。

这些部件通过系统总线连接形成一个计算机系统。图 5.1 表示了这些部件之间的联接关系。一个计算机系统可由一个或多个计算机 (或中央处理机) 组成。通常我们所说的计算机就是指计算机系统。但严格地说计算机和计算机系统之间是有区别的，计算机是计算机系统的一个组成部分，是指中央处理机。为了叙述方便，本书对它们不加严格区分，在不同场合交替使用。

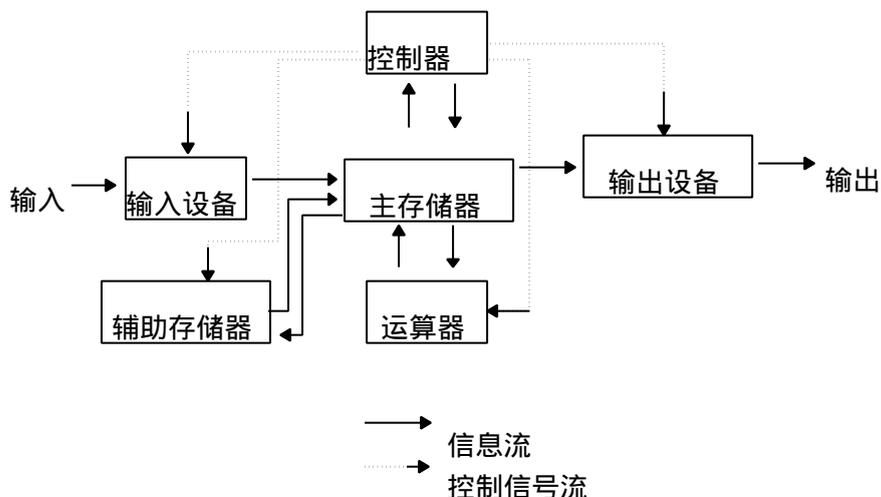


图 5.1 计算机系统

特别要说明的是，电源是计算机系统必不可少的设备，但在介绍计算机系统的基本构成时，往往把它们省略掉，本书也不准备进一步介绍。

第二节 中央处理机

中央处理机监视和控制计算机的全部器件和系统各类输入输出设备、存储设备以及其他部件之间的输出输入，以完成各项处理功能。主要由控制器、运算器、寄存器以及时钟等组成。一般还包括基本容量的存储器。这些器件通过内部总线连接在一起，协调完成各种功能。

一、控制器

它的主要功能有：控制输入输出设备；向主存储器存取数据；解释由主存储器中取出的程序指令；决定主存储器和运算器之间的路程，安排操作顺序；控制相应的算术逻辑部件执行指令。

控制器的控制方式有同步和异步两种。同步控制方式按一定节拍(速率)发出各种控制指令。异步控制方式是一种应答方式，即前一次操作执行完毕后发出回答命令，收到此命令后才开始执行下一条指令。显然同步方式比异步方式具有更高的速度。往往在各种指令的执行周期不同或者不同设备的执行速度不同时采用异步控制方式。通用计算机系统都采用了异步控制方式。

可以说，计算机的功能决定于控制器的功能，随着新技术的不断发展出现了多种复杂而有效的控制器。

二、运算器

它是算术逻辑部件(arithmetical unit)的别称。运算器完成计算机的最本质的功能，即做加、减、乘、除等算术运算和比较判断的逻辑运算及数据的传输、移位等各项操作。

三、时钟

在一个计算机内必须有一时钟发生器，CPU靠这种产生周期变化的时钟信号按一定规则进行计算机系统各部件的协调，并完成各种控制及处理功能。计算机时钟由一个主时钟和若干个分时钟组成，分时钟的周期时间一般为主时钟周期时间的整数倍。通常把主时钟的频率叫做主频，主频由CPU硬件产生的一位地址码的可能最小时间决定，因此它与计算机系统的处理速度密切相关。组成计算机系统的各部件动作所需要的主频时钟周期数大不相同，完成某一项处理工作所需要的主频周期数也是各种各样的。因此为了明确系统的各种控制和逻辑关系往往以主频为基准的各种时序来表示。

四、中央处理机与其他部件的联接

中央处理机不仅是计算机系统的指挥和控制中心，也是信息处理的中心。完成这些功能的操作要通过总线(或者门电路)与其他部件的交流来实现。

总线(bus)也称母线，在数据处理系统中，为了减少信息传输线的数目，并为简化控制系统，就把原属于不同来源的信息汇总在一组统一的传输线上分时传送。这种传输信息和数据的线束叫做总线。

第三节 存储器

一、存储元件

逻辑元件和存储器件的种类非常多，根据性能价格比的不同，其适用的存储领域也有所不同。随着技术的发展它们的性能价格比和适用领域也在变化。现在的逻辑元件几乎都是由半导体集成电路组成的。

存储器的种类很多，如超大规模集成电路 VLSI，由磁性材料制成的磁盘、磁带、磁芯、磁鼓，还有利用超导、光盘、电子束等特殊介质制成的存储器件。

大规模集成电路和磁芯，因开关速度较快均可使用于速度要求高的主存储器中。随着集成电路技术的发展它们的价格不断下降，体积也越来越小，因此其应用领域也越来越广。

由于磁芯具有不挥发性（在电源被切断等外加破坏条件下状态保持不变或者信息不消失），所以至今在计量、控制等部门仍广泛使用。磁性记录性存储器由于其结构和组成的多样化，很早就应用于磁鼓、磁带、磁盘等辅助存储器中，还应用于盒式磁带磁卡（artridge）以及软盘等可脱机保存的存储媒体。这些磁性存储媒体大多作为大容量辅助存储器和外部存储器使用。

二、存储器的分类

存储器根据其结构及使用方法的的不同可划分为主存储器、辅助存储器、外部存储器，还有高速缓冲器、只读存储器等。

1. 主存储器

中央处理机中可以直接控制读写数据的存储器叫做主存储器、简称主存，又称内部存储器（内存）或处理机存储器。如图 5.1 所示，主存储器是计算机内数据流的交叉点，是数据的转接栈，所有中央处理机和外部设备之间往来的数据流都必须通过主存储器。现在的主存储器绝大多数是由半导体集成电路组成的。

为了解决存储器的速度和成本以及一些信息的永久存储问题，在存储器中增设了只读存储器（Read Only Memory，简称 ROM）。只读存储器是一种在制造计算机阶段，把数据写入存储器中，在工作过程中只需读出信息，而不能由机器指令写入信息的存储器。一般在这种存储器中，存放大量频繁使用的数据，既方便又经济。由于这种存储器结构简单且存储内容不挥发，价格较便宜，所以在微程序设计、符号变换器、文字发生器等存放长期固定不变，且大量频繁使用数据和程序的地方使用。

2. 辅助存储器

为弥补主存储器容量不足而设置的存储器叫做辅助存储器。由于价格的限制，通用计算机的主存储器的容量往往不能满足有些特定程序的要求，因此主存储器容量不够时，只把当前要用到的或者经常要用到的部分存放在主存储器，而其他暂时用不上或不经常用到的部分存放在辅助存储器中，必要时先把辅助存储器的内容读入主存储器中再进行处理。也就是说不把辅助存储器中的数据调入主存储器就不可能进行处理，在这一点上辅助存储器和输入输出设备一样。辅助存储器和主存储器一样受中央处理机的控制。一般情况下，辅助存储器的容量比主存储器的容量大，但数据传送速度比主存储器慢，如磁盘磁鼓等。

3. 外部存储器

外部存储器是指以计算机能接受的形式存放数据，可脱机保管，必要时与计算机联接使用的存储媒体。如磁带、软盘、活动硬盘以及个人专用盘等。

外部存储设备不仅扩充了辅助存储器，也方便了用户，还因能自己保管自己的信息，有利于保密。

4. 高速缓冲存储器

为了解决运算器的算术逻辑电路和存储器的存储单元开关速度不匹配问题，有些计算机在中央处理机和主存储器之间设置了高速缓冲存储器（cache）。由于价格的原因，它的容量不能太大，一般比主存储器的容量小，但存取速度快。在程序运行过程中，当需要取出指令或者数据时，先检查高速缓冲存储器中是否有此内容，若有就从中取出，若没有再从主存储器中取出。

在计算机系统中，包括寄存器在内的存储部件形成了如图 5.2 所示的多层次的存储体系

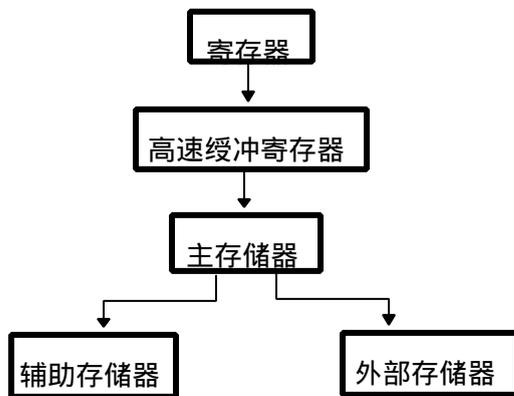


图 5.2 计算机的存储体系

在图 5.2 中，由上到下速度逐渐降低，容量逐渐增加，其价格逐渐下降。

三、存储容量

存储器能容纳的信息量叫做存储容量（storage capacity）。存储器的容量一般按一定存储容量为单元扩充，其最大扩充容量叫做最大存储容量。存储器的容量用“字节”（byte）或“字”（word）等存储器中可定位（或定址）的最小单位的数目表示。一个字节一般由 8 位二进制数（bit）组合成，一个 bit（binary digit）为一位二进制数。字是计算机进行算术运算的基本单位，若干个字节组成一个字，组成“字”的字节数随计算机的类型不同而不同。由于字的长度不同，每次说明存储量都必须用字节来加以限定，并指出组成一个字的二进制位数或字节数。例如 512000 个 60 位字，或 10 个字符 / 字节等等。为了方便起见一般把字节等同于字符，例如“A”，“1”等等为一个字节。

由于存储容量的变化范围很大，通常借助单位“KB”即用 1024 个字节来表示其大小。更大的容量则用 KB 的 K 倍单位“MB”或 MB 的 K 倍用 GB 来表示其大小。

第四节 输入输出设备

在计算机系统中，人机之间的信息交换（man-machine communication）是通过输入输出设备 I/O（Input / Output）进行的。随着计算机应用领域的扩大和数据处理方式的多样化，I/O 设备的种类也多样化了。可以说在计算机的组成部件中种类最多的设备就是 I/O 设备。

一、输入设备

输入设备根据输入方式的不同可分为以下三类。

1. 通过以手工方式进行的数据准备工作

把各种数据转换成机器可读的形式，存放在脱机的存储介质上，等到需要处理时输入到计算机设备。如最早开始作为计算机输入设备的穿孔纸带输入机、穿孔卡片输入机等就属于这一类。

还可利用键盘把数据预先录入到软盘或者磁带、磁卡上，或者通过键控磁盘系统将数据先记录到磁盘上，需要处理时再输入到计算机中。这些数据准备工作可以联机进行，也可以脱机进行。

2. 不经手工方式可直接输入数据

文字符号、图模（paten）、图象以及声音的专用设备，例如光学字符识别器（Optic Code Reader，简称 OCR）、磁性字符阅读器、锁焦点扫描器等就提供了把某些数据转换成机器可读形式的方法，因此不必再用手工方式录入数据。

3. 对数据边输入边处理的终端机

对数据边输入边处理，通常要用到供输入数据的键盘和显示数据或表示信息用的直观显示终端。这种终端根据其功能的不同区分为智能终端和哑终端。

智能终端具有能够实现诸如输入数据及其格式的合法性检查、出错信息处理、保存事务数据等以及显示数据或表示各类必要信息的功能的直观显示终端。

哑终端是一种既没有处理能力也没有存储能力的终端。它只能用于数据的传送和接收，全部处理工作都由与该终端相连的计算机完成。这种边输入数据边处理的方式，可利用一些比键盘功能更强的设备进行。例如利用光笔（light pen）通过触摸式屏幕实现，还可以利用鼠标器（mouse）通过模拟板输入数据，也可通过声响设备进行有限声音的输入。

二、输出设备

从信息的接发和传送技术上讲，包括输入设备、存储设备以及通信设备在内的所有外部设备都可以归纳成输出设备一类。然而，我们通常所说的输出设备主要指那些产生硬拷贝（如打印输出）或软拷贝（如屏幕显示输出）的设备。这些设备是计算机与终端用户之间的通信手段。

1. 打印机

打印机是使用最广泛的典型的输出设备。目前在市场上销售的打印机有数百种，每种打印机几乎都能满足用户的硬拷贝输出要求，也就是说，几乎所有硬拷贝都可用一台打印机本身所具有的各种功能的组合来实现。

打印机有击打式和非击打式打印机。击打式打印机用一种针锤或字符锤

“击打”色带和纸。非击打式打印机适合于高速打印机。它使用化学药品通过激光或热以及光电等方法在打印纸上形成字符。最近还开发出喷墨式打印机。非击打式打印机不但速度快，且具有噪声低、字形变换灵活、印字质量高等优点。

打印机按打印方式还可分为串行打印机、行式打印机以及页式打印机三种。它们的打印速度分别可达 1000 字 / 分、3000 字 / 分、21000 字 / 分。

(1) 串行打印机是打印动作每循环一次只打一个字符的机械击打式打印机，它的打印速度一般为 10—250 字 / 分，也有达 1000 字 / 分。串行打印机字头的工作方式基本上有两种，一是把挑选出来的活字通过色带机械地打印在打印纸上；另一种为点阵方式，是在打印机上机械地打印点符，而字形由若干个点排列构成。这种打印机发展很快。

串行打印机如电传打印机，可用作远程终端和小型计算机系统的主打印机。击打式串行打印机采用点阵和菊花轮技术，非击打式串行打印机采用喷射墨水和热敏技术。不管采用什么样的技术，当打印头横向移过纸张时，每次击打都形成一个字符的映像。

(2) 行式打印机是一种一次打印一行的击打式打印机。最流行的两种宽行打印机是带式宽行打印机和矩阵式宽行打印机。行式打印机在一行中设有多个印字机构，因此打印速度相当高，一般在 100—3000 行 / 分。行式打印机，按其印字机构可分为字鼓式、字杆式、字带式、块列式、点阵式。目前使用较多的是点阵式。点阵式行式打印机的打印头通常由打印针头组成，组字比较灵活，而且也可以打印图形，所以在计算机行业中用得较多。

(3) 页式打印机为非击打式打印机，它们是使用电子照拍技术，一次完成一页的高速硬拷贝输出。这种打印机适合于输出报表等巨型业务，如大银行核对储蓄帐目之财务报表，保险公司制作保险清单，印刷行业的照拍系统等。

打印机性能主要由打印速度、打印字型和每行宽度、打印形式（行式打印或串行打印）、打印质量、机械性能（噪声、维修和装配的难易）、平均无故障时间等衡量。

2. 显示设备

显示设备是一种可以把文字、符号及图形显示为可视影像，来进行人-机信息交换的输入输出设备。通常把显示设备和键盘结合使用。显示设备根据用途可连接光笔、打印机等附加设备。

显示设备按显示信息的形态分为文字显示设备和图形显示设备。文字显示器按事先规定的格式表示出包括汉字在内的各类文字和符号。一般把文字显示设备和键盘组合在一起作为联机终端使用。因为它比打印机速度快，尤其是工作时无噪音而且很安静，且具有编辑文书容易、节省纸张等特点，所以广泛应用于以情报检索为主的询问应答、数据终端、文书维护以及过程控制等各种领域。

文字显示器显示的文字以及其显示格式是固定的，所以操作容易，价格便宜。像汉字显示器和简单图形显示器等都属于文字显示设备的范围。

图形显示器能显示任意图形，也可以显示任意格式书写的文章。在那里除了用键盘以外，还以图形输入为目的而连接光笔、跟踪球（trackball）、操纵杆（joystick）、鼠标器（mouse）、电偶板（doublet）、电子黑板、数字输入板、触摸式屏幕等作为输入设备与计算机相连，以发挥计算机的准

确高速处理能力和人的综合判断能力。

利用分时系统,以人-机对话方式进行计算机辅助设计和数字模拟等非常有效,其应用领域也在迅速扩大。显示器的性能,除了显示器的分辨率、色彩、尺寸,屏幕划分和区域保护功能,数据的传输速度和方式之外,还应以与它连接使用的键盘、光笔、鼠标器等输入器件的性能指标来衡量。

除了以上输入输出设备之外,还有许多有特殊用途的输入输出设备,如微胶片、X-Y 绘图仪、答话器等。

三、特殊输入输出设备

1. 微片-片转换

微片扳片转换系统由微片-片(Computer Output Micro-film,简称COM)设备和控制部分组成,控制部分大部内藏在计算机内,因此COM的控制主要来自计算机或者磁带机等输出设备。

首先在COM设备的转换器把送来的数据转换为COM设备可接受的各种信号,然后向COM输入。

COM设备主要由把数字信号转换成文字、线、点的变换器,偏向控制器,微片摄影机等构成。

COM设备的目的是为脱机的微片(缩微印刷品)阅读机准备文书微片。

COM设备的工作过程为,首先把将要由COM设备来缩微的原映像送入到主计算机中,并且存放在磁带上。而后,把磁带装在一个脱机的COM设备上进行缩微处理,即把原映像缩小后印在胶卷上,以供缩微印刷品阅读机阅读。

在缩微处理过程中,把原始映像逐个显示在一个很小的高分辨率屏幕上,用照相机依次进行排照,然后冲洗胶卷保管。

在这种设备机构中,由于只有摄影机快门和卷胶卷机构是机械结构,所以输出速度相当高。COM主要用于信息服务部门,这些部门每天都必须更新文书(往往在夜里进行),而且文书必须随时可供阅读参考。如许多银行使用COM向出纳员提供帐目情况信息,同时每天把包括帐目情况在内的文书缩微胶片送到有关部门审计和存档。COM还可以用来代替硬拷贝的档案存储器。

2. X-Y 绘图仪

X-Y 绘图仪(X-Yplotter)是一种把计算机处理过的结果数据以图表或者图形形式记录在纸上的输出设备。绘图仪根据其画图方式,分为滚筒式和平板式两种,滚筒式的记录笔和滚筒同时移动,在滚筒带动的记录纸上产生映像。平板式则只有记录笔在确定的绘图板上移动,纸却固定。

绘图仪的记录笔头数,或者是一根,或者是一组各种不同颜色的笔,后者在同一记录纸上交替地工作而画出彩色映像。

绘图仪绘制的图像比较清晰,且绘图速度也较快,但是它的价格比较昂贵。

3. 答话器

答话器(audio response unit)是由计算机命令输出声音的设备。答话器按其工作方式可分为三类。

(1) 录音编辑型:这种方式以单词为音信把自然声波记录下来,根据外部命令依次读出必要的单词声音,把它们连接起来输出成答话的方式。这种方式很早就开始利用,如利用电话线报时、天气预报、电话号码变更询问与

核查、银行存款向导等，在各种通报部门应用得非常广泛。

(2) 语音分析和成型：这种方式首先分析声波，把它们变换成一些能表示声音特征的特征量参数，并记录储存起来，需要时根据外部命令读出有关特征量数据，由声音合成器合成声音后输出声波。此方式能大幅度地节省存储容量。这种方式较多地用于飞机场、火车站、公共汽车站的时刻询问应答及广播服务，以及火灾等异常情况的紧急广播等方面。

(3) 语音规则合成型：这种方式是把音韵记号等符号系列作为输入，合成相应的声音输出，即把未加工的数据和硬拷贝的文件转换成电声输出。如光字符阅读器“读”完一本书后，用语音合成器将要印刷的文字转换成声音；计算机的计算结果检测器上的测量数据等转换为声音输出；计算机的指令和数据的输入转换为声音等等。

四、I/O 通道和 I/O 控制器

所谓 I/O 通道是某种特定处理器，又叫输入输出处理机，简称 I/O 处理机。所以它的结构与中央处理机相似，它比中央处理机功能弱，速度慢，然而价格便宜。通道能接受中央处理机的委托，独立执行通道程序，从而控制设备及设备控制器的工作，还能向中央处理机汇报通道和设备以及设备控制器的状态。

由于在计算机系统结构中引进通道，主存储器的访问效率大大提高，同时使外部设备的数据传送和中央处理机的工作能同时进行。

在计算机中，除了 I/O 通道之外还有存储器的读写通道。由于 I/O 通道的数据传送速度很快，在它和慢速的 I/O 设备之间传送数据时，不能充分发挥通道的能力，因此，可用由数台 I/O 设备共用一个 I/O 通道并行传送数据的方法来提高通道的利用率。

当并行处理 I/O 操作和 CPU 操作时，数据的传送过程中不仅需要通道，而且还需要临时存放数据用的存储器或者存储机构，把它称为缓冲区。

五、输入输出控制器

除特殊情况外，中央处理机和存储器一般不直接连接外部设备。其主要原因是外部设备的机械动作速度比电子性的中央处理机和存储器的速度慢很多。I/O 控制器的功能之一，就是协调以及平衡它们的速度之差，提高各部件动作效率。此外因为数据码在输入输出媒介和存储媒介上的表示方法不同，需要进行数据码的自动转换，这是 I/O 控制器的另一个主要功能。由于上述原因，I/O 设备一般都连接在 I/O 控制器上，根据运算器和输入输出通道的指示来控制 I/O 设备，同时进行运算器与 I/O 设备之间的速度调整及编码方式的转换。

I/O 控制器随 I/O 设备的种类不同而不同，如磁盘控制器、磁带控制器、卡片控制器、打印控制器等等，不同类的 I/O 设备就有不同的控制器。有些 I/O 设备本身就带有控制器的功能。

在早期的计算机中，所有设备的控制功能由一个控制器来完成，而在现在的计算机系统中，各种输入输出设备分别设有控制器，分别完成各自的控制功能。

第五节 硬件系统的配置

从经济效益和使用效果考虑，一个单位不应该购买不必要的硬件，也不应配制一个不适用或不满足操作要求的系统。为了选购用户满意配制的计算机系统，购置之前应该考虑下面几个主要方面。

一、计算机的处理能力

所要求的计算机处理能力，首先要参考该部门过去数据处理的情况，然后根据现在的需要和预测的将来需求来估测。当然这往往是最难估计的问题之一。

二、存储容量

根据程序量和数据量的估计及数据存取类型，即脱机的或联机的，顺序的或随机的等等来考虑主存储器和辅助存储器的容量。对联机系统而言，主容量的大小直接影响速度，所以主容量的选择是很关键的问题。

三、输入输出设备

根据输入输出数据的类型、数量和应用需要来选择经济适用的 I/O 设备。

四、提高利用效率问题

对同一台计算机而言，充分利用运行时间和充分发挥其处理能力，是提高计算机系统利用效率的关键。特别是后者，要真正利用好一个计算机系统，需要一定的时间，而且已积累的使用计算机的资料和经验，对发挥其处理能力是非常宝贵的。盲目地追求高、大、新，而频繁地更换系统，无论从经济和时间上考虑，还是从快出高水平研究成果考虑都是不利的。

五、环境的要求

配置系统时，必须要考虑与计算机有关的特定环境、安全条件、电源和机房场地等。

六、联机用户

根据联机用户的数量和分布情况来考虑计算机能提供服务的联机数目。联机用户问题，不仅涉及终端数目，而且还涉及对 CPU 处理能力的要求，以及数据通信的支持等许多问题。

第六章 计算机软件

第一节 概 述

计算机硬件配备后如何运行和使用就决定于软件了。

软件是正在发展变化中的一个概念，至今还没有确切的定义。人们常常狭义地把软件和程序视为同一概念。广义地应把程序、文档、使用说明统称为软件。其中，程序是指用程序语言描述的计算机处理的一系列步骤；文档是指软件开发过程中的计划、编制、测试、维护等文书档案资料；使用说明指用户手册、操作手册、维护手册等。

硬件和软件在逻辑功能上是等效的。由软件实现的操作，在原理上也可用硬件来实现。同样，由硬件实现的操作，在原理上也可以用软件来实现。但硬件系统一旦研制和生产后其操作和性能是固定的，所以软件和硬件的功能分配比率应该在计算机系统的研制阶段，根据该系统的性能价格比决定。近年来随着硬件技术的发展，硬件和软件功能分配的主要趋势是“软件功能‘硬件化’”，即原来由软件来完成的部分功能由硬件来完成。因为软件是在硬件的基础上，对硬件的性能加以扩充和完善。因此硬件是软件的基础。

在计算机系统中，由硬件和各类软件形成如图 6.1 所示的层次关系。

在图 6.1 中，外层软件是在内层软件的基础上，对其功能加以扩充和完善。越到外层，计算机的功能越强，所以提供给用户的是比硬件功能更强的一个计算机系统。

软件通常可分为系统软件和应用软件两大类。

系统软件是用于计算机的管理、维护、控制和运行以及对运行程序进行翻译、注解、装卸等服务工作的程序的总称。系统软件主要由操作系统、编译系统、实用软件（常用的例行服务程序）和数据库管理系统组成。

基本配置的系统软件通常随硬件同时购置，而不必由用户自行开发。操作系统是和硬件同时购置的。其他一些系统软件要由硬件供应商或独立的软件供应商出售，用户可根据需要选购配备。

应用软件是计算机所有应用程序的总称。应用软件根据其应用范围，可分为公用软件和专用软件。通常公用软件指不分业务或行业，基本上都公用的软件，而专用软件指专门用于某一类业务或行业的软件。

实用软件一般属系统软件，它是指支持绝大多数用户常用到的例行服务程序。除此之外，实用软件还包括与系统维护、控制、应用有关的一些程序以及开发应用程序时所使用的各种软件工具。实际上系统软件、实用软件、公用软件和专用软件之间没有绝对界限，它们的范围和区分是相当灵活的。一种基本倾向是：从专用应用软件中提取出共同性的部分移到系统软件中去。这种共同性部分的提出与实现是软件发展方向之一。

第二节 程序设计语言

程序设计语言是表示软件的工具，它是人-机通信的媒介，程序设计是指人们用机器能理解（直接或经过翻译后）的语言描述的计算机处理事件的步骤。它从计算机诞生开始就已产生，并随着计算机及其应用的发展，从低级语言向高级语言发展。低级语言和高级语言之间没有严格界线，一般与计算机硬件接近的语言称低级语言，与自然语言接近的语言称高级语言。

至今的程序设计语言基本上是符号语言，即书面语言。以声、光、脑电波表达的程序设计语言正处在起步的研究阶段。通常说程序设计语言是形式语言。其主要原因是这种语言机器只能根据相对严格的文法对符号组合释义。而自然语言可根据音调、语气和语言环境作出多种意义相差很远甚至截然相反的解释，这种功能当今的机器很难实现。因此自然语言的书写体在相当长时期内还不能作为程序设计语言。

程序设计语言已有数百种，随计算机性能的提高和应用领域的扩大，各式各样的语言不断出现。可以说，至少还没有研制出十分得心应手的、稳定的计算机语言工具。本章对当前流行的几种语言从不同的角度加以分类介绍。

程序设计语言根据对机器的依赖程度可划分为低级语言、中级语言和高级语言。

一、低级语言

低级语言也称面向机器的语言，它是各种计算机固有的语言，随具体的计算机不同而不同，这种语言只有机器语言和汇编语言两种。

（1）机器语言是最低级的语言，是计算机唯一能直接识别的语言，是计算机机器指令即硬件指令的集合。每一条机器指令都是用二进制代码和地址来表示的。一条机器指令只能使计算机执行一个简单的特定的操作。这种语言提供的表示法和机器指令、内存大小、机器硬件组织密切相关。显然用机器语言编程是一件很繁琐的事，对编程人员要求也很高。还未研制出汇编语言及其他高级语言时，人们只好用机器语言编程，汇编语言和高级语言的出现彻底结束了用机器语言编程的历史。

（2）汇编语言是用助记符来代替机器指令，即用字母、数字等符号表示指令代码，用符号地址和相对地址作为地址的符号。汇编指令和机器指令是一一对应的，因此用汇编语言编写的程序也依赖于具体机器，仍然比较繁琐，所以大部分应用程序都是用高级语言编写的。只有在强调机器工作效率的场合下才使用此语言，如操作系统和某些密切配合硬件特点的程序，才用汇编语言编写。

二、中级语言

高级语言接近自然语言，但用它来编写的程序要由翻译程序翻译才能运行，这个翻译程序要占用相当大的内存空间，对内存较小的计算机系统不适用。低级语言虽接近机器语言但编程过于繁琐。为了克服高级语言和低级语言的上述缺点，基于汇编语言设计出了用一条汇编指令来描述若干条指令的宏指令，得到宏汇编语言，用它编制的程序叫做宏汇编程序。一般，用汇编语言或用高级语言编写的程序叫源程序，源程序经过翻译，转换成机器语言

表示的程序叫目标程序。

三、高级语言

不同的计算机中低级语言、中级语言是不同的，而高级语言基本上都是相同的。高级语言提供的语义一般与具体的机器无关，不涉及硬件知识，所以学起来也较容易。下面介绍应用较多的几类典型高级语言。

1. 数据处理语言

COBOL 是一种很流行的数据处理语言，它产生于商业事务。最适用于大量数据重复处理的商业事务，由此起名为商用语言。它多用于对字符文件的操作、产生各种统计报表等领域。

2. 算法语言

FORTAN 是早期发展的典型的算法语言，它适用于需要大量计算，但数据量不大的科学计算和数学计算的场合。至今几乎所有类型的大、中、小、微型计算机都在使用它，流行很广。ALGOL60、PASCAL 也属于这一类。

3. 实时处理语言

这类语言能根据外部信号，控制不同的程序段并发执行。如并发 PASCAL、并发 C、ADA 等都属于这一类。

4. 查询命令语言

在各种早期系统程序简单的用户命令基础上发展的 dBASE, SQL, SHELL 等命令语言，它们具有程序员的交互性和非过程特点，提供了软件环境的友好界面。这是一类新兴的语言。

5. 模拟语言

它是在一些通用程序语言的基础上，把模拟工作所需要的一些基本功能编成专用模块，嵌入原来的计算机语言，或者作为程序的基本框架而形成的。它主要用于模拟以时间为进程的客观世界的状态变化。主要分为离散型和连续型。

离散型模拟语言，把客观系统看作一系列瞬时事件，按某种时间先后顺序组织起来而成。常见的有 GPSS, SIMULA, GASP, ECSL, SLAM, SIMSCRIPT。

连续型模拟语言是用于分析连续性状态变化系统的语言。它把客观系统视为由若干实体间按各自的速度流动的各种“流”所构成。因此，关于对象系统的模拟一般用常微分方程式的初值问题来定义。对它们的分析，过去用模拟计算机 (analog computer) 进行，随着数值计算机的普及和发展，开发出了许多连续型模拟语言。常见的有 DYNAMO, CSMP, CSSL 等。

还有离散与连续模拟兼容的 SIMSCRIPT 智能化模拟语言 CAYNE 等模拟语言。

6. 模型语言

模型语言用于构造和测试“现实世界”问题的模型。目前已有解决不同类型问题的各种模型语言，例如用于解决等待排队的排队问题的语言，描述各种系统行为的模型构造语言，以及描述财务模型的语言等。财务模型工具在管理活动和相关分析方面有着重要的作用。在大型计算机系统和微型计算机系统中，都有可用的模型构造语言。如，交互式财务计划系统 IFPS (Interactive Financial Planning System)，它能提供对若干种分析方案的选择。

7. 表处理和正文处理语言

这种语言以自然语言中的字符为主要操作对象，能很方便地生成报告、表格等。它具有较强的处理串数据的功能。RPG，SNOBOL 都属于这一类。

8. 人工智能语言

这类语言能描述包括自然语言理解、定理证明、模式识别、机器人、各种专家系统的知识，并根据推理规则推断合理的结论。较广泛应用的有 LISP，PROLOG。

9. 问题描述语言 / 问题描述分析器

问题描述语言 PSL (Problem Statement Language)、问题描述分析器 PSA (Problem Statement Analyter) 是一种在计算机系统上研制的信息系统开发工具，专门用于系统分析和系统设计。

这种语言以 PSL 为工具，对系统开发过程进行描述，然后将这些描述记录在数据库里，再用 PSA 对数据库里的描述进行分析。它还可以产生许多不同的报告。目前这方面的研究很活跃。

10. APL (A programming Language)

这是一种常用作决策支持系统开发工具的高级紧凑型的功能较强的代数语言。APL 使用单个命令就能完成整个数组的输入和运算，而只使用数量极少的几条语句就能完成复杂的数学运算，所以容易学、编程快，主要用于编制使用次数不多的程序，如辅助特定决策问题。

11. 通用程序设计语言

C 语言诞生于 Bell 实验室。它是一种通讯程序设计语言，随着 UNIX 分时操作系统在国际上的广泛流行，近年来 C 程序设计语言在软件工程领域里颇为引人注目。它具有语言表达能力强，数值类型丰富，支持多种数据结构；控制语句功能很强；语言本身简洁，编译程序生成的代码质量高，程序小；程序可移植性好等特点，广泛使用于系统软件及软件工具的设计中。

四、第四代语言

不少计算机语言学家主张仿照计算机硬件发展分为五代的说法，把程序设计语言也按其发展年代划分为五代。50 年代普遍使用的面向机器的机器语言、汇编语言为第一代语言；60 年代普遍使用的面向过程的高级语言 FORTRAN，ALGOL60，COBOL 等为第二代语言；进入 70 年代以后研制应用的具有结构化控制结构、块级控制功能的以 PASCAL 为代表的语言为第三代语言；70 年代以后以具有用户友好为特征的交互式、非过程化的语言为第四代语言 (4th Generation Language，缩写为 4GL)。4GL 依赖于环境的支持，一般都要有大的数据库，用它可大大减少编程时间，但由于把许多编程工作放在系统中自动完成，往往只有某一方面的功能，所以到目前为止还没有通用。如 LOTUS-1-2-3 只适合表格处理，dBASE 适合数据库查询和应用。

近年来，习惯上把用人工智能程序表达的语言称为第五代语言，如 LISP，PROLOG。但它们都是小语言，无法完整地描述错综复杂、千姿百态的现实世界。所以第五代机及其语言目前只能说有了萌芽，很难预言第五代机能用的语言到底是什么。

第三节 编译系统

计算机只能识别用机器语言编写的程序，而不能识别汇编语言和高级语言编写的程序（即源程序），这些程序要在计算机上执行，必须用语言处理程序把它翻译成用机器语言编写的程序。这些语言处理程序根据其处理对象语言结构和处理方法的不同，可分为汇编程序、编译程序和解释程序。由这些处理程序组成的程序生成程序通常称编译系统。

一、汇编程序

汇编程序把汇编语言编写的源程序翻译成计算机能执行的机器语言程序。由于汇编语言与机器语言相似，所以汇编程序的输入语言所描述的程序格式不仅与输出语言所描述的程序格式相似，而且与计算机本身的机器语言很相似。

二、编译程序

编译程序可以把一种高级语言程序翻译成一种较低级的语言（机器语言程序）或由解释程序处理的伪计算机的机器语言程序，然后再翻译成机器能执行的目标程序，所以它把源程序的执行过程分为编译阶段和运行阶段。编译程序只能处理完整的表达式和完整的语句。输入语言的每一操作，或者是符合一个子程序，或者是符合输出语言的指令序列。也就是输入的每一语句，通常由输出语言的许多操作组合而成。

三、解释程序

编译程序和解释程序都以同一方式进行翻译，直到生成计算机本身类型确定的代码为止。这两者的主要区别在于以下两点。

（1）编译程序如上所述，把源程序的执行过程分为编译阶段和运行阶段；

（2）解释程序则不然，它把两个阶段合并为一个阶段，边解释边执行。如执行 BASIC, SHEU, SHELL 及模拟语言 GPSS, SIMSCRIPT 等都将作为解释程序应用。

第四节 操作系统

促进操作系统 (OperationSystem, 缩写为 OS) 产生和发展的主要原因, 一是如果用户直接使用计算机硬件提供的指令, 直接与 I/O 设备打交道, 会陷入外设的复杂细节, 造成精力和时间的浪费; 二是当计算机上是单用户时造成处理机空转, 内存等资源使用不充分; 三是硬件不能提供文件信息管理等功能。

由图 6.1 可以看出, 操作系统是紧挨着硬件的第一层软件, 它是对硬件性能进行的首次扩充, 是系统软件的基本组成部分, 是其他软件的运行基础, 是用户与机器之间对话的接口。它是管理计算机硬件、软件、包括计算机用户在内的所有资源的程序集合, 是整个计算机系统的控制管理中心。它统一管理这些计算机资源, 合理地组织计算机的工作流程, 协调系统各部门之间的关系, 以利于发挥系统效率, 方便用户利用计算机, 提高计算机系统的响应速度。

一、操作系统的分类

通常根据操作系统在用户面前的使用环境及访问方式分为批处理系统、分时系统和实时系统三种类型。这三种操作系统是先后发展起来的, 但在大多数通用计算机中至今仍兼有这些系统。一个操作系统, 如果在批处理、分时处理及实时处理等多种处理中, 兼有两种以上的处理能力, 则把它称为通用操作系统。

1. 批处理操作系统

首先介绍作业、单道程序、多道程序等有关概念。

所谓“作业”通常是指用户程序和所需数据以及命令的通称。

“单道程序”指一个用户程序执行完后, 才允许启动另一个用户程序的单道顺序地执行的程序。

“多道程序”指内存中驻留多个作业, 并在外存存放若干作业, 当某些作业处理结束或因某种原因无法继续运行而暂停时, 系统根据一定的调度原则, 从后备作业中调入几个作业调入内存运行, 如此操作, 直至处理全部作业的程序。

批处理操作系统中, 如果管理、控制对象为单道程序, 则称作单道批处理操作系统, 如果其对象为多道程序则称为多道批处理操作系统。

在单道批处理操作系统中, 虽然大大缩短了手工操作时间, 但由于一个用户作业独占全部系统资源, 经常出现系统资源使用不充分的现象, 影响了系统效率。

多道批处理操作系统实现了作业流程的自动化和系统资源的共享, 因而增加了系统吞吐量, 提高了系统效率。但这种系统由于用户不能干预作业运行, 不可能观察程序运行状况, 更不可能即时发现和纠正错误, 使程序设计人员和用户主观能动性的发挥受到很大限制。分时系统的产生和发展解决了这个矛盾。

2. 分时操作系统

所谓分时, 如在第四章第二节中所介绍的, 若干用户分时使用一台计算机。实现这种分时的操作系统叫做分时操作系统。分时操作系统的主要特征是在一台计算机周围挂上若干台终端设备, 系统为用户提供一分时终端命令

集，多个用户通过自己占用的终端设备直接联机使用计算机。因为终端上的用户以会话方式工作，人们也称操作系统为多用户交互式操作系统。

3. 实时操作系统

在计算机应用领域里，信息处理、过程控制都是有一定的实时要求的，通常前者叫做实时信息处理系统，后者叫做实时控制系统。管理、控制、协调这种实时系统的操作系统程序叫做实时操作系统。实时操作系统的特征是，它与分时操作系统相比，存储管理、标准 I/O 设备管理、文件管理等功能简单一些，但它在实时时钟管理、中断管理、多重任务管理、系统容错管理、系统生成等方面具有很强的功能。

特别要说明的是在实时信息处理系统中，也常配备多个终端设备。多个终端设备有可能同时发出询问请求服务。为了适应这种情况，这类实时信息处理操作系统也采用分时使用计算机来处理这些实时性询问，但它和分时系统是有差别的。其一，对实时的要求不同，实时系统对实时的要求比分时系统严格；其二，实时系统中终端设备仅仅是一台询问装置，用户通过它请求系统处理实时信息；其三，实时系统的应用程序是预先编制好的，不需要重新编制。而分时系统的用户通过终端设备不仅可以提出请求服务，而且可以自由地输入和修改程序。

以上介绍了三种类型的操作系统。

近十年来随着计算机软、硬件技术的不断发展和应用范围的不断扩大，操作系统也有许多新的发展。例如，网络操作系统、分布式操作系统的研制非常活跃。对网络操作系统将在第九章第七节中介绍。

二、操作系统的功能与组成

最简单的操作系统是单用户运行单道程序的操作系统，这种操作系统广泛应用于微型计算机中。由于其功能简单，这里不再赘述。下面主要介绍多用户运行多道程序的操作系统。

操作系统的功能是管理系统资源，并向用户提供各种服务。为了进一步提供优质服务、应付系统变更及扩张的需求，还要具备系统管理的功能。这些功能并不是各自独立完成的，而是互相联系互相支持的。

从资源角度看操作系统，一般由处理机管理、存储器管理、设备管理和信息管理等几大块组成，它们分工、协调地完成系统所有硬件和软件资源的管理功能。为完成系统资源的管理工作，操作系统必须做到，掌握各种资源状态、决定资源分配策略、资源分配、资源使用完毕后回收等工作。

1. 处理机管理

一般说来，在一个计算机系统中，处理机的数目总是少于同时运行的用户作业数，并且往往只有一台处理机。这样，就产生了处理机的分配问题。处理机管理功能是对系统中的各处理机及其状态进行登记，管理各程序对处理机的要求，并按照一定策略将系统中的各台处理机分给提出运行要求的用户作业（进程）使用。

2. 存储器管理

操作系统的存储器管理是指内存储器的管理。众所周知，自从计算机问世以来，内存一直是计算机系统中价格昂贵，容量不足的宝贵资源。因此对内存储器的管理和有效使用仍然是今天操作系统十分重要的内容。许多操作系统之间最明显的区别之一往往是所用的存储管理方法不同。

多道程序系统中多个程序共享内存，所以存储器管理的主要功能是用合理的数据结构形式记录内存的使用情况，按一定策略在提出存储请求的作业（进程）间分配存储空间并保证存储器中信息的安全和用户之间的保密。再则，当用户程序需要的内存量超过系统目前可用的内存空间时，系统根据各个程序的运行状态把未占用处理机者及时地调出内存，等待运行的程序在运行前再从外存调入内存。

3. 设备管理

设备管理是指计算机系统中，除中央处理机、内存储器以外的设备（如：显示器、键盘、磁盘、打印机等等）的管理。设备管理的主要功能是记住系统中各类设备及其状态，按各类设备的特点和不同的策略把设备分给有使用要求的作业（进程）使用。由于外部设备在计算机系统成本中所占比重相当大，所以许多操作系统十分注意优化设备的调度，以提高设备的使用。

4. 信息管理

信息处理系统中有两个问题，一个是我们在第四章介绍的信息处理方式问题，另一个是信息管理问题。信息管理指的是对信息的组织、编目、存储、检索和维护等。这是信息处理的中心问题，在计算机系统中这一部分功能主要由文件系统和数据库管理系统来完成。对文件系统和数据库管理系统分别在第七章和第八章进一步介绍。

以上介绍了操作系统的四个主要功能，除此之外，操作系统还要提供中断管理系统、输入输出系统、错误处理等其他功能。

三、几种常用操作系统

各计算机厂家都有自己的操作系统，如 IBM 公司有 MVS，OS/2，DEC 公司有 VMS，SUN 公司有 SUNOS 等。还有些操作系统则由独立于硬件厂家的软件公司提供，比如 Microsoft 公司的 DOS，Windows，还有 LINUX 系统等。

下面简单介绍其中最常用的几种。

1. MS-DOS

MS-DOS 是美国 Microsoft 公司为 IBMPC 机开发的单用户、单任务磁盘操作系统。也称为 IBM-DOS 或 PCDOS。和其他单用户、单任务的微机操作系统一样，MS-DOS 的功能主要是文件管理和设备管理。

自 1981 年 MS-DOS 第一版发表运行以来，发展迅猛，已成为微机操作系统的标准。

2. CCDOS

CCDOS 是在长城 0520 系列微型计算机上开发的单用户、单任务的汉字字符磁盘操作系统。它的基本功能与其他 DOS 等同，它的基本特点是可以进行汉字信息处理。

CCDOS 具有较强的兼容性，所以其软件资源较为丰富。

3. windows

Windows 是 Microsoft 公司在 DOS 基础上建立的一种多任务图形操作环境，他不仅在同一时间内可运行用户的多个程序，也可以灵活地将文字或图形信息在各个程序之间方便地传送，还可以灵活地切换到 DOS 环境，运行 DOS 程序。目前，在国际上 Windows 已成为微机主流操作系统环境。

Windows 虽然改善了 DOS 的局限性，但并没有从根本上加以改变，它还是只支持基于个人应用的系统。

4. UNIX

UNIX 操作系统，是独立于硬件平台的多用户、多任务的多道交互式分时系统，由于它具有简单、通用方便、短小精悍、容易移植和扩充，能以不多的代码在一台小型机以至于微型计算机上完成许多大型机的操作系统功能等特点，很多厂家的计算机上都配置了它，是在当今世界上最为流行、应用最广泛而且较成熟的操作系统。尤其是在小型计算机和微型计算机领域中，得到了广泛的应用。

5. MVS

MVS 操作系统是 IBM 公司为本公司开发的大型机配备的虚拟操作系统。它是以批处理为主的系统，也支持分时使用。

6. CP / M 与 MP / M 操作系统

CP / M 是美国数字研究公司于 1976 年在 8 位微型机上研制的一个单用户单任务批处理的实时操作系统，其系统软件完全适用于 70 年代后期出现的个人计算机，它为用户提供了较强的使用功能和方便的使用环境，所以它和 UNIX 一样是在当今世界最为流行，使用最为广泛的操作系统之一。

MP / M 是与 CP / M86 兼容的多用户多作业磁盘操作系统，它提供实时和分时处理能力。

CP / NEY 是计算机网络操作系统，是把 MP / M 和 CP / M 组合在一起的系统，主机由 MP / M 操作，而从机与主机的通讯由 CP / M 来完成。

第七章 文件系统

随着计算机应用领域的扩大，计算机需要处理和保存的信息量急剧增加。由于内存的价格昂贵，且易丢失信息，不可能把这些信息全部保存在内存中。一般都把内存作为工作存储器来使用，大部分信息（程序和数据）保存在外部存储器上。然而，在加工过程中这些信息在内存和外存之间频繁地调入调出，其过程相当复杂和繁琐。如果用户使用这些设备存取信息，不但需要按其物理地址存取，而且还必需要动态记住存在外存中的信息的物理位置和整个外存的信息分布情况，此外还要组织相应的输入和输出指令编写程序，且稍不小心就会破坏已存入的内容。显然，这不仅对用户是个沉重的负担（事实上用户也很难做到），也对系统带来了许多不安全因素，尤其是在多道程序系统中更为突出。为了解决这些问题，在操作系统中引入了文件管理系统，由它负责统一管理和使用外存空间及外存空间中的信息，用户可以去考虑信息的存储位置，只用文件名对文件进行存取。在操作系统中负责存取和管理文件的这一部分程序称为文件系统。

第一节 概述

一、基本概念

1. 实体

实体是与所收集的数据相关的一类事物。在现实世界中能保留信息的任一事物都可以叫实体。它可以是指物，也可以是指人；可以指实际的东西，也可以指概念性的东西。一种实体的类型称为“实体型”（entity type），同型的实体的集合称为实体集（entity set）。

2. 属性

属性（attribute）是实体的某一方面的特征。如对学生而言，姓名、学号、年龄、性别、年级、数学成绩等都是他们的属性。属性是对同类实体集合的总描述，描述某个实体具体属性的数据叫属性值。如某一学生的姓名为王一，学号为 931507，年龄为 20，性别为男，数学成绩为 90，这些分别为上述几个属性所对应的具体值。每个属性都有一个取值范围，称之为属性的值域（domain）。如性别的属性值的域为男和女，数学成绩的属性值的域为 0 到 100 之间的数。这些概念可用表 7.1 说明。

表 7.1 学生和属性的概念

学生的各种属性						
	姓名	学号	年龄	性别	课程	成绩
实体属性	王 一	9301507	18	男	数学	90
	张 丽	9301508	18	女	数学	85
	力文红	9301521	17	女	数学	95
	陈洪涛	<u>9301528</u>	18	男	数学	75
	属性值					

3. 数据项

数据项又叫字段（field），它是命名和存储数据的基本单位，一个数据项可以包括任意多个字节，数据项的作用是用来描述事物的属性，通常由若干个数据项组合在一起描述某一实体。该组合中的每一个数据项都对应着实体的一个属性。数据项有型与值两个概念，型是对一个特征的总描述，可通过名字、类型、值域来表达数据项的型；值是对应于这一特征的具体数据（数值、字符串或其他值）。例如“性别”是型，而“男”是这个型的一个值，“女”也是这个型的一个值。又如“姓名”是一个型，而“王一”、“张丽”是它的具体值。

4. 记录

记录（record）是按一定次序排列起来的数据项的集合，一个记录由若干个数据项组成，引用一个记录实际上就是引用它们所包含的一组数据项。记录的作用是用来描述实体。例如，一个人的人事材料、学生的成绩单、一篇文章的描述等都可以是一个记录。实体集合的总描述，称为记录型，即记录型是相应于实体型的。记录型的描述是由各个数据项型的描述组成的，即记录型是数据项型的命名集合。记录型又叫记录格式。

5. 文件

文件 (file) 是按一定形式组织起来的相关记录的命名集合, 即描述同质总体的数据集合。它相应于实体集, 是存放在存储器上的一组记录值。一般, 一个文件所含有的记录是同格式而且等长的, 但也有不同格式或不等长的。在一个文件内部可以有一个或多个记录, 一个文件也可以包含多个子文件。文件既可以是程序, 也可以是数据。每个文件都有自己的名字, 文件通常被存放在磁盘、磁带等外存设备上, 也可以保存在卡片、纸带、打印纸等介质上。

6. 关键字

关键字 (key) 是用来识别记录的一个或一组数据项, 它是识别记录和文件中查找记录的标志, 也是组织文件的基本数据。例如, 学生文件中的学号就具有这样的性质。每个学生有唯一的学号, 只要给出学号便可确定这个学生的其他属性 (如姓名、性别、年龄、成绩等), 存放或查找记录均可通过学号进行, 可见学号是在存放或查找记录中起关键作用的数据项, 所以通常把学号当成学生文件的关键字。关键字又称记录键, 有时还称码。

从以上各个数据单位的定义可知, 字节、数据项、记录与文件之间有如图 7.1 所示从大到小的包含关系。即文件包含了一组记录; 记录包含了一组数据项; 数据项包含了若干个字节。

由于数据的术语不统一, 不同的数据库系统或不同的厂商、研制单位, 往往有自己的一套用语。因此, 必须注意不同系统所用术语之异同。

二、文件系统的功能

文件系统的基本功能有如下几项。

- (1) 决定文件信息的存放位置及存放形式;
- (2) 实现文件从逻辑空间到物理空间的转换;
- (3) 管理外存空间, 以保证各用户信息存放位置不冲突, 并防止任何用户对外存空间占而不用;
- (4) 管理为存取文件而使用的内存空间;
- (5) 决定用户的存取权限, 即保证任一用户的信息不被其他用户所窃取、破坏, 又允许在一定条件下多个用户共享某些信息。
- (6) 向用户提供对文件的建立、打开、关闭、撤消、复制、换名、显示、打印、读出、写入、修改等操作。

早期的操作系统中, 文件概念仅限于外存中的信息, 后来进一步扩大为把 I/O 设备上传输的信息都组织成文件。我们在这里主要讲外存文件。

三、文件的分类

为管理和控制方便起见, 将系统中的文件分成若干类型。随文件系统管理方法不同, 文件分类方法也不同。下面介绍几种常见的分类方法。

1. 文件按其用途可划分为系统文件、库文件和用户文件

系统文件指与操作系统本身有关的一些信息 (程序、数据等) 所组成的文件。这类文件用户不能直接调用, 只能由系统程序调用。

库文件指系统提供给用户调用的各种标准子程序和若干应用程序组成的文件。库文件由厂家提供, 用户也可以建立。这类文件包括编辑程序、各种

高级语言编译程序以及各类库程序。

用户文件指由用户的信息（程序、数据等）所组成的文件。这种文件是用户在上机过程中建立、保存的各种文件。对这类文件，用户可以使用操作系统提供的命令建立并对它进行修改、删除、编辑等操作。

2. 文件按其操作特征可划分为只读文件、读写文件和保护文件

只读文件指只允许读不允许写的文件。

读写文件指在系统控制下允许用户对其进行读或写操作的文件。

保护文件指只有文件主才能对它进行读写，其他用户则必须在文件主授权之后才可进行读写操作的文件。

3. 文件根据其组织方式和所面向的对象不同可分为逻辑文件和物理文件

所谓逻辑文件就是用户眼光中的文件，它只涉及各记录内容，而不考虑它们在存储器上是如何组织的。

物理文件是牵涉到记录在物理存储器上的一个或几个区（area）中的物理组织方法。由于具体应用和文件的情况不同，对各种文件采用不同的物理组织方法，以提高记录的存取、检索、更新的速度，提高存储器的利用率。

逻辑文件和物理文件不一定一一对应，一个特定的记录可以出现在多个逻辑文件中，但可能只出现在一个物理文件中。

4. 文件还可以按记录长度的固定和不固定分成定长文件和不定长文件。

若文件中每个记录含有的信息长度相同，则称这类记录为定长记录，由这类记录组成的文件称为定长文件。若文件中含有信息长度不等的长记录，则称为不定长文件。

5. 文件还可按存储介质的不同划分为纸带文件、磁带文件、磁盘文件、软盘文件等。

纸带文件指记录在穿孔纸带上的文件，由于纸带价格便宜，作为数据通信系统的终端上或过程控制用的介质而广泛使用。但由于记录的修改和追加不方便，再加上输入输出慢，目前使用得并不多。

磁带文件指存储在磁带上的文件。由于磁带能存储大量记录且输入输出操作效率高，所以一直被广泛使用。它的缺点是只能从文件的第一个记录开始严格按顺序读和写。

磁盘文件指存储在磁盘上的文件。磁盘存储器与磁带一样，有存储容量大的特点，而且对磁盘上的数据不仅能顺序访问，还能直接访问，所以它虽比磁带价格高但实际使用更广泛。

软盘文件指存储在软磁盘上的文件。软盘是一种输入输出效率高，既能顺序访问，也能直接访问，修改追加方便并有物理保护功能，价格便宜，使用方便的存储介质。所以 80 年代以来被广泛使用。

第二节 文件的组织形式和存取方式

一、文件的组织形式

文件的组织形式指文件中诸记录或数据在存储介质上的排列形式。一般来说，文件的组织按其内部结构大致分为串行组织、顺序组织、随机组织、索引组织、倒排组织和表结构组织等形式。

1. 串行组织

串行组织是最简单的一种文件组织形式，它将记录按出现顺序一个接一个地存放在存储器的某个区中，取用某个记录时只能顺序扫描整个文件。这种组织方法适合于磁带存储器。文件的串行组织方式，较多地用于计算机运行过程中产生的暂时文件以及存档文件。串行组织文件简称为串行文件（serial file）。

2. 顺序组织

顺序组织是指文件中诸记录根据关键字（值）的升序或降序的顺序存放在存储介质上的组织形式。实际上，它是经过整理的串行文件。这种组织形式的文件其逻辑顺序和物理顺序是一致的。顾名思义，顺序组织文件的存取只能是以顺序方式进行，它不能任意地对某个记录进行直接存取。

顺序组织形式适用于拥有大量记录，而且变化不频繁的文件，也适用于成批数据顺序存取的情况。顺序组织文件简称为顺序文件。

3. 随机组织

随机组织指文件中各个记录与其在存储介质上的存放位置之间毫无关系的组织形式。这是用一种算法将记录的键值转换为一个近乎随机的数，根据这个确定记录在存储器上的位置的组织方式。这种随机组织文件，只要确定了某个记录的存储地址（记录键），就可以直接对其进行存取，而不必考虑与其他记录之间的顺序关系。随机组织文件简称为随机文件。

随机文件只能存储在磁盘那样的随机存储设备上，而不能存储在磁带那样的顺序存储设备上。

随机文件可用于联机处理的场合，实现快速地对数据进行随机存取及查询。它不太适用于文件中大部分记录都需要处理的情况。

4. 索引组织

索引组织形式是把文件中识别各个记录的关键字集中在一起组成一个目录文件（即索引）的组织形式。索引组织形式的文件适用于批处理及联机处理。它的优点是既可以用于顺序操作，又可以用于随机操作。缺点是当文件量较大时，由于目录文件增多，所占存储空间增大。索引组织文件简称为索引文件。

以上所介绍的串行文件、顺序文件、索引文件、随机文件统称“正规文件”（regular file）。所谓“正规”是指它们的组织方法比较简单，有规律，每个记录只用一个关键字来标识。下面将要介绍的倒排组织和表结构组织方法则要借助于多重键或记录之间的指针。

5. 倒排文件

如前所述，倒排组织文件是通过索引表中相应记录键值，给相应的记录定位的。在倒排组织中，记录有多个键，同时根据这些键来确定一个记录。因此可以把倒排文件视为“多键索引文件”。

6. 表结构组织

表结构组织简言之就是记录之间互相用指针连接的组织形式。根据需要，一组记录可提供几组指针，这样可形成不同顺序的逻辑文件，因此存取记录十分灵活。在这里指针（pointer）实际上是记录中一个特殊的数据项。一般的数据项，代表记录所表示的实体的某一属性，用于指针的这个数据项则并不代表任何属性，它指出另一记录在存储器上的位置以维持数据的可读取性，同时也反映了数据记录之间的联系。因此，指针在物理存储器组织中起着十分重要的作用。表结构组织是在数据库中用得十分广泛的一种组织形式。

二、文件的存取方式

文件的存取方式是指查找文件内某个记录或一个新的记录存入某个文件的方式。它与文件的组织方式密切相关。文件的存取方式主要有顺序方式、随机方式和动态方式三种。

顺序存取方式指按某种顺序输入输出记录的方式。这种方式适用于各种文件组织。在顺序文件中是按存放的顺序输入输出记录；在索引文件中则按给定的索引项的顺序输入输出记录；在随机文件中则按给定的记录键的顺序输入输出记录。

随机存取方式指按给定的记录键值进行输入输出的方式。这种方式适用于索引文件和随机文件。

动态存取方式指既能按键的顺序输入输出，又能按给定的键值输入输出的方式，也就是顺序存取方式和随机存取方式两者结合的方式。它适用于索引文件和随机文件。

第三节 文件系统的使用

一、文件控制块与文件目录

1. 文件控制块

为了便于对文件进行控制和管理，在文件系统内部，给每一个文件唯一地设置一个文件控制块，其中含有对应文件的状态和管理信息。如：文件名，文件类型，文件所在设备和该文件在设备上的位置，文件的大小，文件的读写及执行操作的控制权限，文件的当前使用计数，有关文件创建、最近修改和使用等信息。

2. 文件目录

文件与文件控制块是一一对应的。为了加快对文件的检索，往往把文件控制块集中在一起进行管理。这种文件控制块的有序集合就称为文件目录。当然，文件控制块就是其中的目录项。完全由目录项构成的文件就称为目录文件，此外称为非目录文件。

(1) 文件目录操作有以下几项。

- 查找目录项：实现对相应文件按名查找。
- 增加目录项：建立新文件时把相应控制块加到指定的目录文件中。
- 删除目录项：删除一个文件时，就把相应文件控制块从目录文件中删除。
- 列出目录清单：显示目录的内容和表示该清单中每个文件目录项的值。
- 建立目录文件的备份：因为系统失效后需要重新恢复运行，目录文件经常要归档、转储、提供后备副本。

(2) 目录结构。文件的目录结构直接关系到用户存取文件是否方便和文件系统所能提供的性能。目录结构一般分为一级目录结构与多级目录结构两种组织方式。

在一级目录结构中，整个系统设置一张目录表，表中包括了全部文件控制块，每个文件控制块指向一个非目录文件。如图 7.2 所示，设备目录就是单级目录。

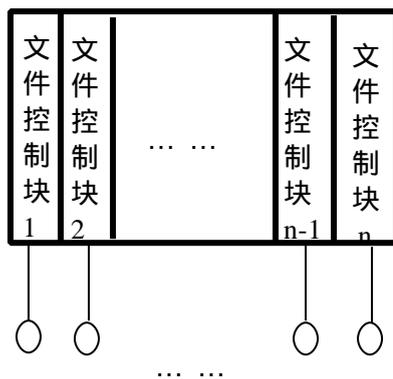


图 7.2 一级目录结构

目录文件的文件控制块的有序集合，也构成文件目录并组成目录文件。只不过这种目录文件中的目录与前面的目录处在不同的级别上。以此类推，可以不断地得到级别一个比一个高的目录，形成多级目录结构，在这种结构中，每一级目录可以是下级目录的说明，也可以包含文件的说明，这种结构从顶层开始，一层一层地扩展下去，就形成一个倒置的树形层次结构。简单

的多级目录结构如图 7.3 所示。

在图 7.3 的树形目录结构中，方框表示目录文件的文件控制块，圆圈表示非目录文件的文件控制块，其中最顶层的目录文件 R 叫根，其他层的目录文件（方框）叫结点，非目录文件的结点（圆圈）叫叶结点。特别要说明，非目录文件一定要用叶结点表示，但是叶结点指向的文件不一定是非目录文件。

我们知道，在一个树形结构中，从树根出发到任一树叶都有且仅有一条路径，该路径的全部结点构成一个路径名。在查找一个非目录文件时所用的文件名，实际上就是这样一个路径名，它是各级祖先的文件（目录文件）名与文件（非目录文件）名的符号串的并集。当然，路径名也可用于查找目录文件。通常用斜杠符“/”将各级文件名隔开，写成如 /R/A/D 的形式。

二、文件操作命令

用户与文件系统的界面是一组系统调用命令，系统调用是用户在程序级与操作系统进行联系的工具。这些系统调用支持用户灵活、方便地使用文件。一般操作系统中都为用户提供了一些使用文件的命令，大多数程序设计语言中也提供了使用文件的语句。

下面简单介绍基本的文件调用命令和语句。

1. 创建文件

创建文件系统调用的一般格式为

Create (文件名, 参数表)

用户必须提供所要创建的文件文件名及若干参数，系统为这一新建的文件分配一个文件控制块，根据用户提供的参数表及系统控制需要，填写文件控制块中的有关项。

2. 打开文件

打开文件系统调用的一般格式为

Open (文件名, 读写方式)

用户提供文件名和读写方式。读写方式可为读、写和既读又写等。

3. 关闭文件

关闭文件系统调用的一般格式为

Close (文件名)

用户提供文件名，系统将在该文件的文件控制块上做上标记。在关闭一个文件以后，用户必须重新打开这个文件才能使用。

4. 读文件

读文件系统调用的一般格式为

Read (文件名, 关键字, 内存位置)

用户提供文件名、关键字和内存位置，表示把给定文件中指定关键字的记录读入指定内存单元。

5. 写文件

写文件系统调用的一般格式为

Write (文件名, 关键字, 内存位置)

用户提供文件名、关键字和内存位置，表示把内存中指定单元的数据作

为一个记录，写入给定文件名的文件中。对于写文件系统调用，操作系统要为其分配存储空间。用户只有在打开一个文件之后，才能进行真正的访问(读或写)。

6. 撤消文件

撤消文件系统调用的一般格式为

Delete (文件名)

用户提供要撤消文件的文件名，系统收回该文件所占有的文件控制块及存储空间等资源。

总之，一个用户要把一批信息作为文件委托文件系统保管，调用“创建”命令，告诉系统要建立一个文件，以获得必要的资源。如要使用该文件，调用“打出”命令，办理“借用”手续后才能调用。“读”或“写”命令，对该文件读出或写入信息。使用完毕，调用“关闭”命令，以办理“归还”手续，切断用户与文件的联系。当不再需要时，调用“撤消”命令，通知系统“注销”指定文件。总之与文件系统有关的系统调用就完成这类工作。

第八章 数据库系统

第一节 数据管理的进展

数据管理技术随着计算机应用领域的扩大和计算机硬件、软件的发展而不断发展，大体上经历了三个阶段。

一、人工管理阶段

在 50 年代中期以前，计算机主要用于科学计算（数值计算），所需要的数据并不很多。当时在硬件方面，作为外存储器用的介质只有磁带、卡片、纸带等，还没有类似于磁盘等直接存取的辅助存储设备，而在软件方面只是用简单的监督程序来控制程序的运行，操作系统还未形成，也没有数据管理软件，数据处理采用批处理方式。那时，数据不能长期保存在计算机内，只有在计算机需要时才将有关数据输入，用完就撤走。数据是面向应用的，也就是程序所用到的数据必须由程序员放在应用程序中自己进行管理，如图 8.1 所示，每一组数据要对应一个应用程序。

这种管理方式，一方面可能有大量数据重复（通常称为数据冗余），另一方面程序员不仅要规定数据的逻辑结构，而且在程序中还要设计物理结构，包括存储结构、存取方式、输入输出方式等。程序中存取的数据也随着存储的改变而改变，即数据与程序不具有独立性。所以，如果数据在存储方面有一些改变，就必须修改相应的应用程序。

二、文件管理阶段

进入 50 年代后期，计算机不仅用于科技计算，还大量用于管



图 8.1 数据人工管理时应用程序与数据的关系

理，硬件出现了磁鼓、磁盘等直接存取存储设备，软件出现了操作系统，文件管理系统包含在操作系统中，有实现数据管理的功能。借助文件系统，数据可以用统一的格式，以文件的形式长期保存在外存储器上，反复、经常进行查询、修改、插入、删除等操作。处理数据的各种转换以及存储位置的安排，完全由文件系统来统一管理，而无需程序员考虑。由于文件是由文件系统直接管理的，当用户需要数据时，如第七章第四节所介绍，只要按规定格式向文件系统提出请求即可。这样，如图 8.2 所示，一个应用程序可以使甲多个文件，且不同的应用程序可以使用同一个文件。

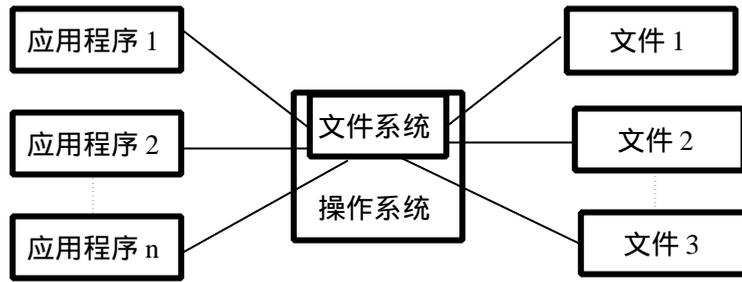


图 8.2 文件系统管理数据

可见文件系统实现了数据的统一管理，比人工管理阶段有很大改进。但它仍然存在着很大的弱点。如：文件本身还基本上是对应于一个或几个应用程序的，也就是说数据还是面向应用的。由于文件仍然是一个不具有弹性的无结构的信息集合，数据的冗余度较大、存储空间较浪费；文件与文件之间彼此孤立，不能反映出数据之间的内在联系；文件不易扩充，修改困难，且一个地方修改了，在有关的其他地方却可能有遗漏等等。因此，文件系统不太适用于大量数据的集中存储管理和数据需要为多用户共享，统一控制的场合。

三、数据库管理阶段

60 年代后期，由于数据管理规模庞大、数据量剧增，数据的冗余越来越突出，数据共享的必要性也越来越高。这一时期在计算机的硬件方面出现了大容量存储器磁盘，软件方面出现了数据库系统，使数据管理进入了一个新阶段。如图 8.3 所示，由于使用数据库管理系统来专门管理数据，实现了数据与程序的真正独立性，并且最大限度地降低了数据的冗余度，充分做到了数据为多个用户共享，并能并发地使用数据，对数据的安全保密和完整性也有了保证措施。

第二节 数据模型

数据模型是描述数据库中记录间关系的数据结构方式，所以一般理解为数据结构。从用户观点来看，数据模型是用来创建数据库、维护数据库，并将数据库解释为外部活动模型的工具，是数据库系统中用户和数据库管理员用来表示和处理实体间联系方式的工具的总称，是实体与实体之间联系的模型。

一、实体之间的联系

现实世界的客观事物都不是孤立存在的，而是以各种不同的方式彼此联系的。因此描述实体的数据也是以各种方式互相联系的。这种联系有两种：一种是实体内部的联系，反映在数据上是记录内部数据项（字段）之间的联系；另一种是不同类型的实体。与实体之间的联系，反映在数据上就是记录之间的联系。

实体之间的联系有三种类型。

1. 一对一关系

如果两个实体集 E1 和 E2 中的每个实体至多和另一个实体集中的一个实体有联系，则 E1, E2 叫一对一关系，记为“1-1”关系。

如一个车间，只有一个车间主任，同时一个车间主任只能在一个车间任职（特例除外），所以实体集车间和车间主任之间是一一对一的关系。

2. 一对多关系

有两个实体集 E1 和 E2，如果 E2 中每个实体与 E1 中任意个实体（包括零个）有关，而 E1 中每个实体至多和 E2 中一个实体有关，则称该联系为“E2 到 E1 的一对多关系”，记为“1-m”关系。

如车间实体与工人实体之间联系是一对多的，因为一个车间下有多个工人，一个工人只属于一个车间（特例除外）。

3. 多对多关系

如果两个实体集 E1 和 E2 中每个实体都和另一个实体集中任意一个实体（包括零个实体）有关，则称这两个实体集是“多对多关系”，记为“n-n”关系。

如商店与商品、学生与选课的关系是多对多的关系，因为一个商店有多种商品，一种商品在多个商店；一个学生可选多门课，一门课被多个学生选。

二、数据模型的功能

数据模型作为表示和处理实体间联系方式的工具，应具有如下描述功能。

（1）数据内容的描述功能，即描述数据项的类型和取值范围；

（2）数据项间联系的描述功能，包括实体内数据项间的联系和不同类型实体之间的联系；

（3）数据语义描述功能，数据语义指的是数据及其“含义”之间的联系，这种联系不仅涉及到数据结构，而且涉及到数据的解释问题。

目前流行的数据模型，一般只具有数据内容和数据间联系的描述功能，而数据语义描述功能很弱或者根本没有。本书主要讨论具有（1）、（2）功能的数据模型，一般叫作语法模型。

三、数据模型

在数据库系统中，根据实体（或数据）之间的联系的方式，通常把数据模型分为层次模型，网状模型和关系模型三类。

1. 层次模型

采用层次或树形结构来表示实体之间联系的模型叫层次模型，在这种结构中，多记录型之间层层具有 1-m 关系来构成层次式数据模型。它由处于不同层次各结点和连线组成。结点表示实体集（记录型），连线表示相连两实体之间的关系，这种关系只能是 1-m 关系。通常把表示 1 的实体放在上面，称为父结点；而表示 m 的实体放在下面，称为子结点。树的最高一层上只有一个结点，称为根。根以外的其余结点都有其上一级的结点作为父结点与它相连，同时可能有一个或多个子结点与它相连。没有子结点的结点称为叶，如图 8.4 所示，这是一棵倒置的树形，结点 A 为根，A, B₁, B₂, B₃, C₁ 为结点，C₂, C₃, C₄, C₅, C₆, D₁, D₂ 为叶结点。

这种树可同时用于逻辑和物理数据的描述。在逻辑描述中，它们描述数据模型；在物理描述中，它们被用于描述存储方式，即描述物理结构。

在数据结构中记录从属关系的选择在某种意义上取决于存储效率，以及查询量和类型。需要提出的是，即使实际上这两种关系都可能存在，但是在层次结构中通常只表示其中的一种关系。

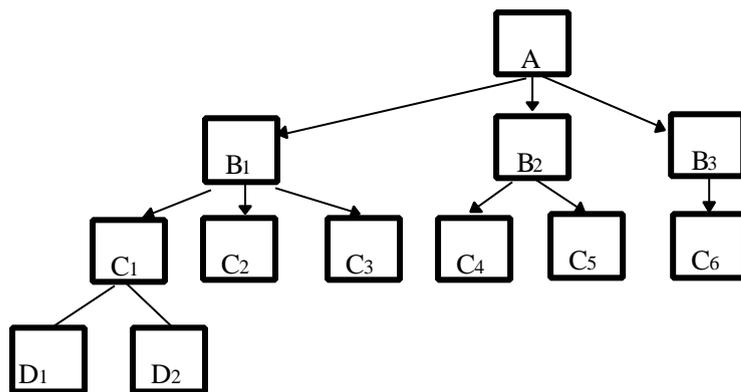


图 8.4 层次数据模型

层次模型表示 1-1 关系和 1-m 关系是最直接而方便的。但其中有两个限制：一是树的最高结点，即根只有一个，二是根以外的其他结点都与一个且只与一个父结点相连。这样就使得 m-n 关系不能直接用它来表示。要想用层次模型来表示 m-n 关系，必须设法先将该关系分解为 1-m 关系，然后再用层次模型来表示，这是层次模型的局限性，而简单清晰是它的优点。（实体间的 m-n 关系分解为 1-m 关系的方法，将在本章第四节第二段中介绍。）

采用层次数据模型的数据库叫做层次数据库（系统）。比较流行的层次数据库有：

IDS, IMS, SYSTEM2000 等。

2. 网状模型

用网络来表示实体之间联系的模型叫网状模型。上面介绍的层次模型中每个结点与一个或多个下属结点相连，而在网络模型中则如图 8.5 所示任何一个结点可以和任意多个结点相连，即实体之间的关系是 m-n 关系。如果取

消层次模型中的两个限制，便可形成网状模型。显然，层次是网状的特殊形式，网状是层次的一般形式。所以，有时具有 m-n 关系的网状结构叫复杂网状结构。只含 1-n 关系的网状结构叫简单网状结构。

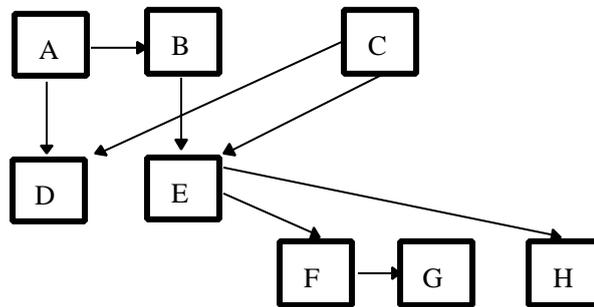


图 8.5 网状数据模型

3. 关系模型

以上介绍的层次与网状模型是在传统的文件管理系统基础上发展起来的格式化模型。在格式化数据模型里，数据模型与图之间可以建立对应关系，可以表示为 $DM = \{R, L\}$ ， R 为记录型的集合（文件），视为图的结点； L 为记录型间两两联系的集合，视为图中连接两结点间的线。在关系数据模型里，不再将数据模型表示为图的方式，而是用二维表表示实体集合属性间的关系，同时用二维表表示实体集合之间的联系，数据的逻辑结构归结为满足一定条件的表格形式，这种表格建立在关系代数规范化理论基础。在关系代数中把二维表格叫做“关系”（relation），并把采用二维表格形式的数据库模型叫做关系数据模型。可见，关系数据库是由一系列表格组成的，在每一个表格中，行代表一些具有唯一性的实体或记录，列代表各种属性，每个表格是一个关系，因此可把关系数据库看作是表格的集合。

在层次和网状模型中，各文件之间的联系是通过指针来实现的，而在关系模型中文件（记录）之间的联系是利用各不同关系（表格）中共同的数据值，即用关键字来描述。

由于表格是人们习惯使用而且直观的一种记录数据方式，所以关系模型具有直观而使用方便的特点。例如，在学校管理中常用到的学生登记表（如表 8.1）、课程表（如表 8.2）、学生选课表（如表 8.3）。这里学生和课程之间是 m-n 关系。若用层次或网状模型来表示是比较复杂的。我们把这两个实体之间的关系用表格即学生选课表来表示，就显得自然清晰。

表 8.1 学生登记表

学号	姓名	班级	家庭
921501	张 宏	92—2	北京
921502	李 敏	92—2	上海
921503	刘 凯	92—2	天津
921504	林 茂	92—2	吉林
921505	陈 宁	92—2	宁夏
...

表 8.2 课 程 表

课程号	课程名	讲课教师
010101	英 语	张 丽
020112	数 学	王 宁
020211	数据处 理概论	李 平
050301	企业管 理	何 军
050302	会计原 理	刘 华
...

表 8.3 学生选课表

学号	课程号	成绩
921501	010101	优
921502	050301	良
921503	050302	优
921504	020211	及
921505	020112	良
921506	010101	良
...

以上三个表格之间的关系是用课程号和学号来描述的。这里课程号和学号就是关键字。

关系数据库自 70 年代以来有了极大发展,早期投入实际应用的数据库大多数是层次和网状结构的。但由于关系模型较层次和网状的结构简单、直观,操作简便,虽发展较晚,但近年来发展却非常迅速,不断涌现出功能越来越强的各种关系数据库,比较流行的关系数据库有:大众化的 dBASE, FoxBASE, FoxPro 和标准化的 INFORMIX, INGRES, UNIFY, ORACLE, SYBASE 等。

在实际应用中有比以上三种基本数据模型更抽象、更高级、更一般、更接近于现实世界,更有实用价值的数据库模型,那就是实体联系模型(Entity—Relation model),简称 E-R 模型。设计好的 E-R 模型可转换为各种不同的数据库管理系统所支持的数据模型。关于 E-R 方法留到本章第四节再介

绍。

四、数据模型之间的转换

以上介绍了表示实体与实体之间联系的三种数据模型，它们反映了实体之间联系的不同特性。但这种反映并不是唯一的、绝对的，也就是说，实体之间存在的客观联系可以用不同的数据模型来反映。或者说，实体之间的联系是确定的（就每一瞬间而言），反映的方法则是多种多样的。同样的实体间联系既可用关系模型描写，也可用层次或网状模型描写，这就说明层次、网状和关系这三种模型之间并不是毫无关系的，而是可以以一定方式互相变换的。如何变换要视具体结构而定，变换方式大体有以下几种。

（1）无论什么类型的实体联系都可以用关系模型来表示。在这种变换过程中，原来已格式化的模型（层次或网状）将以指针方式或以其他方式把相关各层次上的记录通过基本键相连，从而消除原先父、子记录的区别。

（2）对于复杂的网络，即含有联接记录的结构，在变换为关系结构时，联接记录一般将形成一个独立的联系。

（3）网状模型可以变换为层次模型。其一般方法为：将两个（或多个）双亲共有子女的结构变为每个双亲各拥有一个相同的子女的结构，如图 8.6 所示。显然，这种变换带来了数据冗余。尤其是公有的子女结点属于非公用叶结点时，进行变换会使一种网状结构变为几个层次结构，带来极大的冗余。因此，这种变换只有在数据冗余不太严重的情况下才是可取的。

第三节 数据库系统的组成

数据库系统在计算机硬件方面提供足够大的内存容量和海量外存储器（如硬盘、光盘等），软件方面提供操作系统、服务程序、编译程序和通信软件等基本软件。在此基础上，它由数据库及其描述机构、数据库管理系统、数据库用户和数据库管理人员组成。

一、数据库的用户和管理员

1. 数据库用户

数据库用户主要有三类：系统分析员、编程用户、非编程用户。

系统分析员负责系统的需求分析并提出规范说明及系统发展的提案书和设计书。系统分析员需要有比较全面的计算机系统的硬件和软件的基础知识，需要掌握数据库技术，善于组织调查研究和分析，对现行业务流程有较全面、深入的了解。

编程用户是负责设计、编制和维护应用程序的人员，他们经常使用一些高级语言以及数据库的数据操作语言来编写程序。

非编程用户通常是分析员或有特殊训练的终端用户。他们可通过设置在各部门办公室或工作室里的计算机终端，利用数据库提供的信息去处理各种业务。他们可以用数据库查询语言为特定的查询和报告编制程序。

2. 数据库管理员

数据库管理员 DBA (Data Base Administrator) 并非指一个人，而是指对数据资源进行管理的一个专门机构，它是数据库系统功能的组成部分，对整个数据库进行控制和管理。它的主要职责是建立、维护、重组数据库，并对数据库的使用和运行进行监督和控制。其详细职能可举以下几项。

- (1) 决定数据库管理系统收存信息的内容和存储结构；
- (2) 制定存取方法，规定存取权限，检验合法的存取权和信息的有效性；
- (3) 和用户商议定义“子数据库”；
- (4) 选择数据库管理系统软件；
- (5) 维护数据库。修改、恢复、重建、更新或复制数据库的内容。

二、数据库的描述机构

1. 数据库的抽象层次模型

数据库管理系统允许用户逻辑地、抽象地处理数据，而不必涉及这些数据在计算机中是怎样存放的。对于一个数据库的描绘，有不同的角度和级别，按照 ANSI / X3 / SPARC 数据库管理系统研究组提出的建议，数据库的描绘应从用户观点、全局观点、物理观点等三部分出发分三级进行，即外部模型、概念模型和内部模型。

(1) 外部模型 (external model) 是用户使用的数据视图，是一种局部的逻辑数据视图，表示了用户所理解的实体、实体属性和实体间的联系，是数据库中某部分数据的描述，代表着某些用户的数据观点。

(2) 概念模型 (conceptual model) 是全局的整体的逻辑数据视图，它是数据库管理员所看到的实体、实体属性和实体间的联系，是数据库数据内容和结构方式的完整表示，代表着整个组织各部门的综合数据观点。

(3) 内部模型 (internal model) 是物理数据存储的模型，即数据库数

据内容如何在存储介质上安排与存放的存储结构的描述。

整个数据库系统根据以上三种模型分为外层、概念层、内层三层。用户只看到外层，而看不到其他两层。一个数据库系统，外部模型有多个，而概念和内部模型则只有一个。内部模型是整个数据库的最低层。外部模型和概念模型属于数据逻辑结构方式，内部模型属于数据物理结构方式。

2. 数据库模式与映射

用数据描述语言精确地定义数据模型的程序称为模式。对应于三种不同的数据模型有三个相应的模式。

(1) 外模式。定义外部模型的模式叫外(部)模式(externalschema)，又叫子模式、分模式，还可叫用户模式、局部模式。具有相同数据视图的用户共用一个子模式，并用子模式定义语言来定义。一个子模式中包含了相应用户的数据记录型的描述以及概念模型中相应记录的映像的定义。一个数据库可以有任意多个外模式，而且可以根据需要随时增添新的外模式或删除原有的外模式。

(2) 概念模式。定义概念模型的模式叫概念模式(conceptualschema)，简称模式，有时还叫源模式、组织模式或叫企业模式，它是用模式定义语言来定义的。在概念模式中有对数据库中的所有实体及数据项类型及它们之间的联系总描述，包括完整型规则及授权规则(但不包括数据项如何存储的信息)。可见概念模式是数据库所有数据元素类型的一个结构图，它是数据库的一种描述，而不是数据库的数据本身，它只是装配数据的一个总框架。

(3) 内模式。定义内部模型的模式叫做内(部)模式(Internalmodel)，又叫做存储模式或物理模式，有时还叫目标模式。内部模型中规定的数据及数据之间的逻辑联系通过内模式来具体实现。内模式包含记录的顺序，存储块的大小、存储器的索引、指针的使用和所用的存取策略等信息。内模式用数据存储描述语言具体表达。

外模式、概念模式、内模式三者之间的关系如图 8.7 所示。

3. 模式之间的映射

映射是从一种模式到另一种模式的转换。为了使用户能对数据进行存取，外模式中反映出来的用户数据视图必须转换到总的概念模式中，这一过程通过外部/概念的映射来完成。同样，概念/内部的映射能把概念模式中的逻辑数据描述转换为内模式中的物理地址和存取路径。图 8.8 表示了模式之间的映射

三、数据库管理系统

1. 数据库管理系统的作用和地位

数据库管理系统 DBMS (Data Base Management System) 是在计算机系统中操作系统的支持下，对数据库数据的装入、检索、更新、重新组织等各种操作进行指挥、调度和控制的一组软件。如图 8.3 所示，DBMS 处于用户和物理数据库之间，根据用户的命令在操作系统的支持下，对数据库进行必要的操作。

2. DBMS 的功能

DBMS 的功能随系统而异，一般具有如下几个方面。

(1) 定义数据库，包括概念模式、外模式、内模式定义及保密定义、数据格式定义等。

(2) 管理数据库，包括系统控制、数据的存取及更新管理、数

据的完整性及安全性控制、并发控制等。

(3) 建立和维护数据库，包括数据库的建立、数据库的更新、数据库的重新组织、数据库结构维护、数据库恢复以及性能监视等。

(4) 接口通信，包括与操作系统的联机处理、分时系统及远程作业输入的相应接口通信等。

3. DBMS 的组成

DBMS 主要由数据库语言及其编译处理程序、数据库管理程序、数据库实用程序等三部分组成。

(1) 数据库语言。

数据库语言主要用于建立数据库。使用数据库和对数据库进行维护等，根据其用途与使用方式分为数据描述语言 (Data Description Language, 简称 DDL)、数据操纵语言 (Data Manipulation Language, 简称 DML)、查询语言 (Query Language, 简称 QL) 和数据控制语言 (Data Control Language, 简称 DCL)。

DDL 是 DBMS 为应用程序员和 DBA 描述数据以及数据间的联系，以完成把数据存入数据库中的工作而提供的。对不同层次的数据模式要各自用相应的 DDL 来描述，所以 DDL 可分为模式 DDL、分模式 DDL、存储模式语言。

模式 DDL，有时叫数据定义语言，DBA 用来定义概念模式，即定义数据库全面逻辑数据结构。它包括所有数据元素的名字、特征及其相互关系。模式 DDL 还用于数据的保密性以及有关安全性、完整性的规定。模式 DDL 独立于主语言 (如 COBOL, FORTRAN, PL/2, PASCAL 等应用程序所用语言)，它与任何程序设计一样，有一个清楚定义的词汇表和一套语法规则。由模式 DDL 组成的模式称为源模式。源模式由模式 DDL 翻译程序翻译处理，产生一个目标模式，它是一组数据库表 (目录和数据字典)，存放在描述数据库中。

分模式 DDL (Subschema DDL, 缩写为 SDDL) 是用户用来定义外模式即定义局部逻辑数据结构的。写出的外模式必须命名，但不同 (名) 的外模式可以重选。外模式的基本形式和功能同用 DDL 写出的概念模式相似，但用 SDDL 写出的外模式可以在许多方面与概念模式不同。如一个记录的数据项目数、数据类型、数据项名、数据项的编码形式、数据项在记录中的次序、数据之间的联系、出现的数据项组和记录及密码等都可以不同于概念模式。

外模式应描述它们到概念模式之间的映像。

一个外模式可以为任意多个应用程序所启用，但是一个应用程序只能启用一个外模式。

存储模式语言 DSDL (Data Storage Description Language) 是 DBA 用来定义内模式，即用来定义数据的物理存储模式的，它描述记录在存储介质上的安排和存放位置以及如何建立索引及数据压缩和分页等方面的问题。

数据操纵语言 DML 也称为数据于语言，一般嵌入主语言之中。可以说 DML 是那些程序设计语言操作数据库数据的功能的扩充，它并不是独立使用的。它是 DBMS 供数据处理专业人员用于对数据库中的数据进行存取、更新等操作活动的工具。

数据查询语言 QL 是数据操纵语言的一种，但它可以独立使用，非程序员用户可以通过终端设备简便地对数据库数据进行检索、更新等操作，它通常由一组命令组成，这种语言也可以供专业程序员用来检查及监督数据库。

关系数据库语言 SQL (Structured Query Language) 是结构化的查询语言。事实上它是关系数据库语言的工业标准。

SQL 主要有模式定义语言 (SQL - DDL) 和数据操作语言 (SQL - DML) 两大部分，前者用来说明 SQL 数据库的结构和完整性约束，后者用于描述数据库过程和执行语句。SQL 提供了数据库设计、访问、维护、控制和保护的功能，它既能作为独立的用户接口，供交互环境下的终端用户使用，也能作为一种数据子语言嵌入 COBOL, PL / 1, PASCAL, BASIC, C 等高级语言，甚至在汇编语言中使用。

数据控制语言 DCL 用于启动概念模式、外模式的翻译和修改，一般由一些控制数据安全、保密及并行处理的命令所组成。

上述各种语言各有翻译处理和解释程序。

(2) 数据库管理程序。

数据库管理程序主要包括数据库的监控和资源分配、并发控制与处理程序、数据库存取控制程序、数据的安全性与一致性的检查程序、数据的更新与重新组织程序、统计数据收集程序、通讯程序等，对数据库运行进行管理、调度、控制的例行程序。

(3) 数据库实用程序。

数据库实用程序是对数据进行维护，使其处于正常良好状态的工具。一般包括模式、外模式定义程序、保密及信息格式的定义和维护程序、数据的重构程序、数据库转储程序、数据装入程序、无用数据 (或称垃圾) 处理程序、统计分析程序、故障恢复程序等各种各样的数据库服务程序。

第四节 数据库设计

数据库设计是指在一个给定的应用环境下，确定一个最优数据模型和处理模式，构筑既能满足多个用户的数据需求与处理要求，又能被某个 DBMS 所接受，还能安全、有效、可靠地存取数据的数据库。数据库的设计流程如图 8.9 所示，下面将按此图的顺序叙述数据库设计过程。

一、数据需求分析

用户对数据库的使用要求主要包括对数据及其处理的要求，对数据的安全性和完整性的要求。在需求分析阶段主要通过调查掌握每一个用户对数据库的要求，提供以后设计阶段需要的一些事项，主要包括应用环境分析，数据流程分析及绘制数据流程图，数据需求的收集及分析，编制数据字典等。这些方法和工作内容将在第十五章中结合信息系统的分析作详细介绍。

二、概念结构设计

概念结构是层次模型、网状模型及关系模型等各种数据模型的共同基础，它比数据模型更独立于机器，也独立于特定的 DBMS，独立于数据库逻辑结构，是系统中各个用户共同关心的数据结构。

在数据需求分析的基础上，我们可以决定概念结构中的实体和实体之间的联系。也就是可以着手设计概念结构了。

在这里我们首先要介绍概念结构设计中普遍采用的一种工具，即实体-联系 (E-R: Entity-Relationship) 方法。它采用了现实世界是由实体和关系 (联系) 组成的这一自然观点，并结合了现实世界中一些重要的语义信息，把 E-R 模型视为现有数据的统一基础。可用 E-R 图表示现实世界的实体和关系，这种用 E-R 图所描述的模式叫组织模式。它是面向问题的概念性的模型，与具体的 DBMS 无关。那些与具体的 DBMS 有关的模式 (层次的、网状的、关系的) 称为逻辑模式或用户模式。

E-R 模型与数据的存储组织、存取方法、效率等无关，即它并不考虑这些数据在 DBMS 如何实现。这种数据库设计工具不熟悉计算机技术的用户也能接受。所以它是在数据库设计过程中数据库设计人员、数据库管理人员及用户之间讨论交流数据库设计方案的一种很有效的工具。

E-R 数据模型有三种基本成分：实体、关系和属性，分别用方框、菱形框和椭圆框表示。如一个企业的职工与工种均为实体，这两个实体之间通过工作发生关系，可用图 8.10 (a) 表示；又如职工的属性为姓名、年龄，则可用图 8.10 (b) 表示。

E-R 方法的基本步骤如下。

- (1) 划分和确定实体类型。
- (2) 划分和确定关系型。实体和实体之间联系必须划分为一对多的关系，不应出现多对多的关系。
- (3) 确定属性。作为属性的“事物”与实体之间的联系，必须是一对多

的关系，作为属性的事物不能再具有需要描述的性质或与其他事物具有联系。为了简化 E-R 图，能够作为属性的事物尽量作为属性处理。

(4) 画出 E-R 图。反复过程(1)一(3)，以找出所有实体集、关系集、属性和属性值集，首先设计各部门的分 E-R 图，即用户视图的设计，在此基础上综合各分 E-R 图，形成总的 E-R 图，再利用数据流程图，消除数据实体间冗余的联系，形成基本 E-R 图。

三、逻辑结构设计

逻辑结构设计的主要任务是将概念结构(即 E-R 图)转换为与选用的 DBMS 所支持的数据模型相符的逻辑数据模型。现行的 DBMS 一般只支持层次、网状或关系三种模型中的某一种，而且对同一种数据模型不同的计算机系统又有许多不同的限制，提供不同的环境与工具。因而，一般转换过程分两步进行。首先把概念结构向一般的数据模型转换，然后向特定的 DBMS 支持下的数据模型转换。

四、物理设计

数据库的物理设计主要指对数据库在物理设备上的存储结构和存取方法的设计。物理设计以逻辑设计结果作为输入，结合具体的 DBMS 功能、DBMS 所提供的物理环境和工具、应用环境和数据存储设备，进行数据的存储组织和方法的设计。

数据库物理设计的主要内容包括以下 6 点。

(1) 确定数据的存储结构。

确定数据的存储结构要从用户的数据结构要求与处理要求、存取效率、空间节省以及维护代价等诸方面综合考虑，可以从 DBMS 所提供的存储结构中选取合适的加以实现。

(2) 存取路径的选择和调整。

数据库必须支持多个用户的多种应用，因此必须建立多个辅助索引，提供存取数据库数据的多个入口、多个存取路径。

(3) 确定数据存放位置。

根据数据应用情况的不同，把数据划分为不同的组，确定各类数据的存放位置、存储设备、备份方式以及区域划分。

(4) 确定存储分配。

许多格式化模型的 DBMS，提供一些存储分配参数，供数据库设计者用，数据库设计者用这些参数进行各种物理优化处理。

(5) 确定数据安全性与完整性约束参数。

在物理设计时除考虑 DBMS 提供的安全性机制与完整性约束之外，也要考虑用户使用制度、应用程序以及整个计算机系统等各个方面。

(6) 数据库的恢复。

数据库的恢复问题在物理设计阶段加以安排，为故障后的恢复作好准备、提供工具。

五、数据库的实施和维护

对数据库的物理设计进行评价，如符合用户要求则可转向物理实施阶段，着手建立数据库，将逻辑设计和物理设计结果用数据存储描述语言(DDL)

严格地描述出来，生成 DBMs 可接受的源代码。经过调试产生目标模式，然后组织数据入库。

数据库建立之后，对数据库试运行，继续进行测试评价，如实际运行结果不符合设计目标，则返回物理设计阶段，调整物理结构，改变某些参数；甚至返回逻辑设计阶段，调整逻辑结构。如果运行实际结果达到设计目标就可投入运行和维护阶段，在运行过程中不断地进行评价、调整、修改。

维护阶段的主要工作是数据库的安全性、完整性的控制；系统的转储和恢复；性能的监督、分析和改进；数据库的再组织和重构造等。

第九章 计算机网络

自从 1968 年世界上第一个计算机网络— ARPR 网（美国国防部高级研究计划局网）投入运行以来，计算机网络技术在全世界范围内迅速发展，犹如雨后春笋，各种网络纷纷涌现。不同国家的计算机网络相互连接，形成跨国计算机网络，促进了世界各国之间的科技、文化和经济交流。

第一节 计算机网络的发展

计算机网络是电子计算机及其应用技术与通信技术逐步发展、日益密切结合的产物。计算机网络的发展和任何事物的发展一样，经历了一个从简单到复杂，从低级到高级的发展过程，其发展过程大致可划分为具有通信功能的单机系统；具有通信功能的多机系统；计算机通信网络和计算机网络等四个阶段。

一、具有通信功能的单机系统

早期远离计算机的用户，要用计算机将计算机所需要的程序和数据记录到某种介质上，例如纸带、卡片等，然后由人送到机房进行处理。这种脱机处理方式，除浪费时间、精力和耗费大量资金外，信息也无法得到及时的加工处理和应用。

如今随着通信技术的发展，可以把记录在介质上的程序和数据，利用通信设备送到计算机的 I/O 设备，并把它存储起来，待计算机空闲时，再由操作员从 I/O 设备调入计算机进行处理。处理结果也是按照这种方式传送给用户的。这种具有通信功能的脱机系统，提高了远离计算机的用户与计算机之间信息传递的速率，方便了用户。但是，由于整个过程中需要人的干预，即需要操作员来调作业和处理远程用户的输入、输出信息，因此整个系统的效率是很低的。为了解决这个问题，在计算机内部增加了通信功能，使远地站点（主机系统）的输入输出设备、监测设备和控制设备等通过通信线路直接和计算机相连（这类设备统称为终端设备），达到一边输入信息，一边处理信息的目的，最后将结果经过通信线路直接送回到远地站点。如上所述，一台计算机直接连接多台终端设备的系统称为联机系统，或称为多终端系统。如图 9.1 所示。

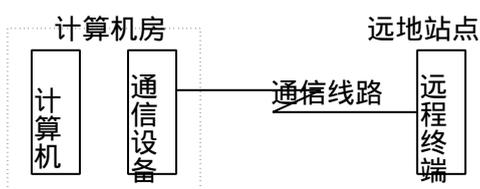


图 9.1 具有通信功能的单机系统

二、具有通信功能的多机系统

上述联机系统中，存在两个明显的缺点。其一，主机负荷过重，它既要承担本身的数据处理工作，又要承担多终端系统的通信控制和通信数据的处理工作，在通信量很大时，主机几乎没有时间处理数据；其二，通信线路的利用率低，特别是终端远离主机时尤为明显。

为了克服第一个缺点，可在主机之前设置一个前置处理机或通信处理机，专门负责与终端的通信工作，这样就使主机系统能集中更多的时间进行数据处理。

为了克服第二个缺点，通常采用的办法是在终端较为集中的区域设置线路集中器，并用低速通信线路把附近的终端先连到线路集中器上，然后再用

高速通信线路把集中器和主机相联。这样就可以把终端送来的信息由集中器按一定格式汇总，再通过高速通信线路把汇总的信息送入主机去处理。当主机向终端发送数据时，先将它们送到前置机，然后与前置机通过高速线路传给集中器，再由集中器按照信息中指定的终端设备地址，分配给各终端用户。集中器宜采用微型机或单板机进行控制。前置机宜采用小型机或高档微型机实现其功能。这种多机系统也称为复杂的联机系统，如图 9.2 所示。这种系统已具备了计算机网络的雏型。

三、计算机通信网络

联机系统的发展为计算机应用开拓了新的领域。随着计算机应用的发展和计算机硬件价格的降低，一个部门或一个大型企业、事业单位常拥有多个主机系统，这些系统分布在不同的地区。除了处理各自的日常业务以外，它们互相之间还要经常交换信息，进行各种业务联系。但一般不把本系统的业务委任给其他计算机中心去处理。有些地区的主机系统需要将其局部地区的信息汇总后送给中心的主机系统，供有关人员使用。这种以传输信息为主要目的而用通信线路将各主机系统连接起来的计算机群，称为计算机通信网络。这种网络是计算机网络的低级形式。

四、计算机网络

随着计算机通信网络的发展和广泛应用，用户对网络提出了更高的要求。他们希望共享网络内的计算机资源，或使用网内几个计算机系统共同完成某项工作，这就形成了以共享资源为主要目的的计算机网络。为了实现这个目的，除了有可靠、有效的计算机和通信系统外，还要求制定一套全网一致遵守的协议，并为每个站点的计算机编制和配置各级协议的支持软件即网络操作系统。

第二节 计算机网络特点与功能

如上所述，计算机网络是将地理位置不同，并具有独立功能的多个计算机系统通过通信设备和线路连接起来的以功能完善的网络软件向多个用户提供各种应用服务，从而实现数据、程序与设备等各类资源共享并以计算机为介质的通信。

一、计算机网络的特点

1. 实时集中管理

对地理上分散的组织，实现实时集中管理。如飞机订票系统、列车运行指挥系统、军事指挥系统等。

2. 共享系统资源

可共享和调剂数据（数据库）、软件（如系统程序、应用程序）、硬件等系统资源。

3. 分担负荷

网络内各主系统之间，可分担负荷，均衡系统负荷，调节忙闲不均匀，或者调剂由于时差产生的计算机使用不均匀现象。

4. 易于扩展

在扩展现有系统规模时，只要接入更多的处理机，即可增强系统的处理能力。

5. 提高系统的可靠性

当网中某一台处理机系统发生故障时，可由别的路径传送信息或转到别的系统代为处理，从而保证了这些用户的正常操作，不会因局部的故障而导致系统的瘫痪。另外，能克服局部地区所遭受的意外破坏，保证信息的安全性。

6. 提高巨型机和特殊系统的经济效益

某些巨型机和某些特殊系统，只有在用户数目增加到一定数量时，经济上才能获得较大的效益。

7. 选择与所要处理的问题相适应的系统

由于网络中各用户的计算机各具特色，用户可根据所要处理的问题的性质、类型和规模去选用网上的最适宜的计算机。

二、计算机网络的基本功能

1. 远程终端访问

在计算机网络中，一台计算机的终端可以通过网络访问另一台计算机，模仿那台计算机的远程终端。因此，这种网络也称仿真终端。

为了适应不同的终端特性，计算机网络要采用虚拟终端协议。所谓虚拟终端是一个反映实际终端状况的数据结构。终端与计算机分别与本地的数据结构交换信息，计算机网络保持双方数据结构内容一致。

2. 文件传送

文件传送是计算机网络中实现数据共享的基本手段。在文件格式相同的计算机系统之间传送文件是比较简单的。文件传送协议的任务是从源地址计算机的文件系统读出文件，将文件传送到目标地址计算机并写入它的文件系统；文件的格式无需转换。

在文件格式不同的计算机系统之间传送文件，要由文件传送协议对文件格式进行转换，才能写入目标地址计算机的文件系统。

在异种计算机的资源共享环境里，可能有多种文件格式并存。这种情况，可以采用一个虚拟的文件系统作为标准格式，简化格式转换的实现。

3. 电子邮件

电子邮件 (electronic mail) 是计算机网络应用最广泛、最常用，通讯量占很大比重的应用领域之一。电子邮件的信息可以是备忘录、信件、文件、图片、数字化影像或这些的组合。在计算机网络中的所有用户都可以有自己的邮箱。邮箱指用来保存信件的硬盘中的一块区域，每一个用户设有两个，即输入箱和输出箱各一个。电子邮件发出以后，可以快速、自动地传送到接收者的邮箱 (接收箱) 内。接收者并不参与传送的过程，只在需要时打开邮箱，察阅收到的邮件，这是电子邮件最大的优点。不象打电话，线路不通、对方占线、接受者不在，都不能通话。

电子邮件并非文件传送的特例，它们的主要区别在于以下两点。

(1) 电子邮件的发送者和接收者都是人，而不是机器。因此，电子邮件系统应包括用户界面，支持用户编写与阅读邮件。

(2) 电子邮件具有固定格式。这种格式一般由电子邮件协议定义。邮件除正文以外，还包括发送者姓名地址、接收者姓名地址、发送时间、抄送名单等数据项。

4. 远程执行命令

在计算机网络中，共享计算机处理能力与外部设备可以用执行远程计算机命令的方式来实现。这种网络功能也叫作业传送与管理或远程作业录入。例如，用户可以将自己准备打印的文件传送给连接打印机的计算机系统，并远程执行该计算机系统上的打印命令，就可以实现打印机的共享。

五、分布式处理

分布式处理系统最重要的特点是它的透明性。可以说它是计算机网络智能化的应用形式。用户可以把分布式处理系统视为一个整体，它不需要了解网络资料的分布，甚至不需要知道网络的存在。当它使用网络的应用功能时，只需要告诉系统想做什么，而无需指明这件事应当由哪一台计算机来完成。

在计算机系统中，系统的资源是由操作系统来协调与管理的。同样，在分布式处理系统中，由分布式操作系统管理全网资源。不难看出，分布式处理对于计算机网络的速度要求很高。目前，分布式处理系统的实现主要基于高速的局域网络。

第三节 计算机网络的组成

计算机网络是一种结构化的多机系统，它使得处于某地的一个数据处理用户能够使用处于另一个地方的计算机系统的数据处理功能或服务。下面先介绍有关基本概念，然后再介绍计算机网络的组成及其结构。

一、基本概念

1. 节点

节点 (node) 可以分为两类，即转接节点和访问节点。转接节点的作用是支持网络的连接性能，它通过所连接的链路来转接信息，通常这类结点有集中器、多路转接器等。访问结点除了具有连接的链路以外，还包括计算机和终端设备，它可起信源 (发信点) 和信宿 (收信点) 的作用，访问结点也称为端点 (endpoint)。

2. 链路

链路 (link) 是指两个结点间承载信息流的线路或信道，所使用的介质可以是电话、用户电报、电报线路或微波，每个链路在单位时间内可以接纳的最大信息量被称为链路容量。

3. 通路

通路 (path) 是指从发信点到收信点 (即从信源到信宿) 的一串结点和链路，即是一系列穿越通信网络而建立路的“端点—端点”链路 (end-end link)。图 9.3 表示了节点、链路和通路的概念。

4. 终端

终端设备是用户进行网络操作时所使用的设备，它的种类很多，但根据其不同的用途和结构，大体上可以分成简易终端、智能终端和虚拟终端三类。

简易终端：如电传打字机是常用的一种终端。它基本上只具备输入和输出功能，必须和主机系统相连接才能工作。

智能终端：除了具有输入输出功能外，它还具有一定的信息处理功能。一般由微处理机构成，具有本身的操作系统，少数几种程序设计语言、一定容量的软盘或硬盘等外存储器。

虚拟终端：终端设备的种类繁多，性能规格各不相同，它们的操作命令、使用的字符代码、数据传送速率等都可能不同。要使网络系统能适应连接各种性能和类型的终端设备，是很困难的。虚拟终端实际上是利用终端的处理能力，一方面给网络系统提供它能支持的终端设备 (即虚拟终端)；另一方面把各类型的实际终端映像成虚拟终端。这样，不论实际终端的类型和性能如何变化，和网络系统连接的总是标准的 (虚拟) 终端。实际上，终端设备目前都以微处理机为中心组成，上述映像工作可以由微处理机来实现。

终端设备一般与通信控制处理机或集中器相连，与通信控制处理机相连的一般为近程终端，通过集中器再与通信控制处理机相连的一般为远程终端。但一般情况下，为了提高主机的处理能力，主机本身要尽量少与终端相连。

5. 主机

主机 (HOST, 指主计算机系统) 在计算机网络中负责数据处理和网络控

制，同时还要执行网络协议（protocols），它和其他模块中的主机连接成网后构成网络中的主要资源。正因为如此，对主机的要求自然很高，在硬件方面要求有足够的存储容量和处理速度，具有齐全的外部设备，特别是文件的外存储设备；在软件方面要求提供支持网络的操作系统，并有丰富的语言处理软件。

6. 通信控制处理机

通信控制处理机（CCP 或 CP）是在网络中各个模块之间进行连接的计算机，它的主要作用是控制本模块和终端设备之间的信息传输，负责网络中各模块之间的路径选择、信息流向、信息流量、用户作业的装配和拆卸，以及对终端设备之间的通信线路的控制管理作用，以保证通信功能对用户的完全透明。它是网络节点的控制和处理计算机，故又被称为网络节点处理机。与网络节点相连的其他下一级节点就可称为本地节点。

把网络中各模块之间的通信控制处理机用高速通信线路连接起来，就形成了计算机网络。各模块通信控制处理机相互连接共同负责整个网络中的通信控制任务，因此，又把这部分称为网络的通信子网。

7. 集中器

集中器（concentrator）实质上是在终端侧的通信控制处理机，它的主要作用是把若干终端经本地线路（一般为低速线路）集中起来连接到 1-2 条高速线路上，以提高通信效率和降低通信费用，可用小型机或微型机担任。它具有差错控制、代码交换、报文缓存、电路转接及轮询等功能。

8. 本地线路

这是靠近终端设备的通信线路，由它把终端设备和节点计算机，或者把终端设备和计算机连接起来，成为模块内的面向终端网络。由于它不进行超越模块的连接，所以称为本地（或局部）线路。

本地线路大多数是低速通信线路，可以用专线连接。

9. 高速线路

高速线路是用于集中器到通信控制处理机，或网络中模块间连接的通信线路。从网络的传输效率出发，这种传输线路一般为高速的，它可以是同轴电缆，也可以采用光纤技术进行连接。

10. 通信接口

通信接口设备包括调制解调器、调节器、均衡器、集中器等，目的是实现数据处理设备和数据通信网之间的连接，或实现通信网中各内部节点之间的连接。

11. 传输介质

计算机网络使用的传输介质主要有双绞线、基带同轴电缆、宽带同轴电缆和光缆。

（1）双绞线是一种价格低廉且易于连接的传输介质。由于导线为双绞形式，减少了外界电磁场的影响，信息传输速度一般低于每秒 1 兆字节，信息传输距离通常为数百米。

（2）同轴电缆由于导线外面有屏蔽层，抗干扰性能强，连接也不太复杂，信息传输速度可达每秒数兆字节到数百兆字节，所以被中、高档局部网络广泛采用。根据电缆上信号传送方式的不同，同轴电缆又可分为基带同轴电缆和宽带同轴电缆两类。采用基带方式时数字信号直接加到电缆上，连接简单，距离可达数公里，传输速度低于每秒 10 兆字节。采用宽带传输方式时，信号

要调制到规定的高频载波上，传输速度可达每秒数百兆字节，还可以进行视频信号的传送。在需要传输数字、声音和图像等多种信息的网络中，往往采用宽带同轴电缆。

近年来，以光导纤维管为线芯的光缆发展很快。这是因为光缆不受外界电磁场的干扰，几乎无限制的带宽，可实现每秒数千兆字节的传输速度，尺寸小，重量轻，传输距离可达数百公里，是一种引人注目的理想通讯介质。但目前它的价格较高。

二、计算机网络的组成

无论是计算机通信网还是计算机网络，一般来讲，它的硬件由主机系统、终端设备、通信（控制）处理装置和通信线路组成。如前面所介绍的，主机系统主要用来完成数据处理，通信控制处理装置和通信线路则要专门完成数据传输交换和通信处理（或预处理）等功能，终端为用户使用网络提供了“窗口”。

如图 9.4 所示，从逻辑功能上看计算机由通信子网和资源子网两大部分构成，即所谓的“两级网络”。用户通过终端或系统控制台访问网络。

1. 资源子网

资源子网由主机系统、终端控制器和终端组成，有提供访问网络和处理数据的能力。

主计算机负责数据处理、运行各种应用程序，并含有供用户访问的数据库。它通过高速通道和通信子网的节点相连。

终端控制器对一组终端进行控制，控制功能很广，从链路管理到装卸信息。有些终端控制器可不经主机直接与网络节点相连。

2. 通信子网

通信子网如图 9.5 所示由网络节点、通信链路和信号变换器组成，提供网络的通信功能

网络节点可以是通信控制器、通信处理机或通信接口板，负责信息的发送与接收，信息的转发等功能。网络节点通常就是一个小型机，起通信控制处理机的作用。

通信链路是两个节点（包括节点）之间的一条通信信道（通信线路及有关设备）。用作通信链路的介质有明线、双绞线、电缆、无线电波等，还有近年来发展的微波、光导纤维和通信卫星等传输介质。为了提高可靠性，两个节点之间可以采用一条以上的通信链路。

信号变换器提供数字信号和模拟信号之间的变换。不同的传输介质采用不同类型的信号变换器。如在电话线上只能传输模拟信号，而计算机输出信号为数字信号，这时需要采用将数字信号变换为模拟信号的变换器。

第四节 通信子网的结构

通信子网根据通信信道的类型可划分为点对点信道通信子网和共享信道通信子网两大类。

一、点-点信道通信子网的结构

点-点信道的特点是通信子网的每一条信道(电缆或电话线)都连到一对网络节点上。如果网络中任意两个节点之间没有直接相连的信道,则它们之间的通信必须通过其他节点间接进行。当信息通过中间节点时,先由中间节点接受并存储起来,待其输出线有空时,再转发到下一个节点。采用这种传输方式的通信子网称为点-点通信子网(简称子网)或存储-转发子网。

点-点通信子网的拓扑结构可分为星形结构、环形结构、树形结构和网状结构。

1. 星形结构

这种结构如图 9.6(a) 所示,每一个节点都有一条单独的链路与中心节点相连。任何两个节点之间的通信都要经过中心节点。它结构简单、容易建网、便于管理。但,由于通信线路总长度较长,成本高,如果中心节点出故障将会引起全网瘫痪,因而对中心节点的可靠性要求高。

2. 环形结构

这种结构如图 9.6(b) 所示,把各网络节点连成环状,数据信息沿一个方向传递,通过各中间节点存储转发,最后到目的节点。源节点可以选择到达目的节点的节点较短路径的方向发送数据。它结构简单,总路径长度较短,延迟也固定。但容易由于某个节点出故障而破坏全网的通信,因而需要较复杂的故障处理技术,且不易接入新节点。

3. 网形结构

这种结构如图 9.6(c)(d) 所示,可分为无规则形和有规则形的,而且一个节点可取若干条路径到达另一个节点,所以可靠性高。

4. 树形结构

这种结构如图 9.6(e) 所示,各节点按层次进行连接,处于越高层次的节点其可靠性要求越高。这种结构比较复杂,但总线长度较短,成本较低,容易扩展。

二、共享信道通信子网的结构

共享信道的特点是网内所有节点共享一条通信信道,每个网络节点发送的信息可由网中所有节点接收,但只有目的地址是本站地址的信息,本站才接收下来,否则不予理睬。共享信道分为总线信道、卫星信道和无线电信道等。

共享信道通信子网结构有以下几种。

1. 总线通信子网

这种结构如图 9.7(a) 所示,网中各节点连在一条总线上(大都采用同轴电缆)。各节点地位平等,无中心控制节点,任一时刻只允许一个节点占用总线,且只能由该节点发送信息,其他节点处于封锁发送状态,但允许接受。所以必须有一个控制机构来解决两个以上节点同时发送的冲突问题。这

种结构的优点是：结构简单，可扩充性好，使用设备简单，可靠性高。缺点是对公用总线的电器性能要求高。此外，由于总线结构的网络受到总线长度的限制，所以它的范围也不可能很大。由于这些特点，这种结构常在局部地区网络中采用。

2. 卫星或无线电广播通信子网

如图 9.7

(b) 所示，每个节点都有发送和接收天线，都能接收到卫星或其他节点发送的信息。

3. 树形通信子网

如图 9.7 (c) 所示，它是总线通信子网的一般形式，多用于宽带网。

4. 环形通信子网

如图 9.7

(d) 所示，各节点连成环形。每个节点发送的信息均绕环传输一周，最后返回发送节点。信息途经中间节点时，只有当信息的目的地址为该节点地址时，该节点才被接收，否则不予理睬。在某一时刻，有可能整个环为正在发送信息的节点所占有，所以需要有一个控制机构来解决发送冲突问题。

第五节 计算机网络的分类

计算机网络可以根据各种不同的原则来分类，根据数据进网的方式可分为专用网和公共数据网；根据计算机网络覆盖的面积和各互相连接机器之间相隔的距离不同，可以分为远程网和局域网。

一、专用网与公共数据网

各大计算机厂家都有自己的计算机网络结构，按这些网络结构实现的计算机网络称为专用网。如 IBM 公司的 SNA，DEC 公司的 DNA，Bouroughs 公司的 BNA，Honeywell 公司的 DSA 等。

公共数据网是指提供共同的信道，以供不同地区不同型号计算机之间的信息交换的网络。公用数据网可分为两类。一类是模拟信道公用数据网，即采用现有电话网、电报网、无线通信网和卫星通信作为公用数据网的传输介质。另一类是数字信道公用数据网，这类网络需要重建，工程和投资都很大，目前只有少数国家拥有。公用数据网常采用分级结构，如图 9.8 所示在首都、省会、各市和县分别成立交换中心，形成树形结构。

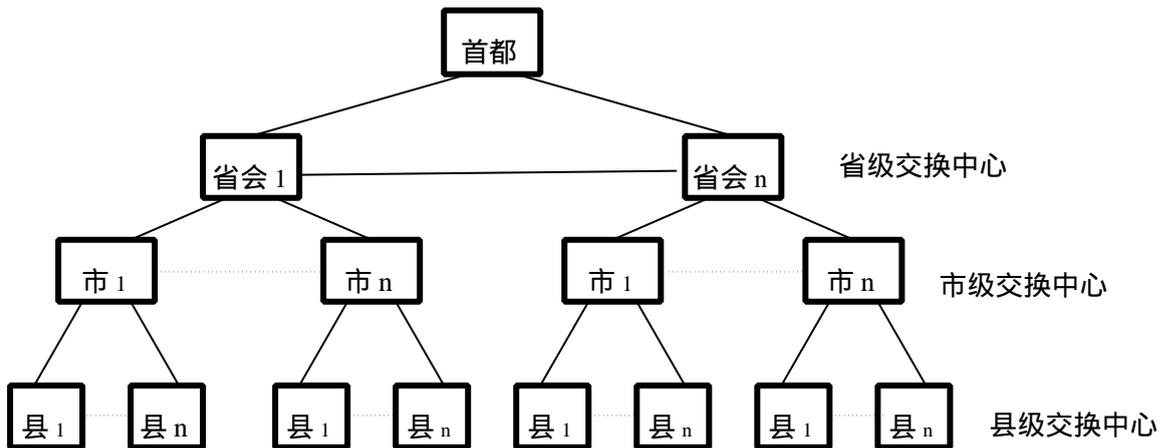


图 9.8 公用数据网交换中心设置

二、远程网与局域网

1. 远程网

远程网一般指传输距离大于 10km，数据传输率小于 100mb/s 的网络，远程网也称为广域计算机网，简称广域网。它采用点-点通信信道，它的通信子网的拓扑结构多为网状。远程网可以跨越很大的距离。覆盖很大的地域，甚至是一个国家的全国范围和国与国之间的全球范围。远程网常用于国家范围内的经济信息网、铁路管理网。全国银行核算网等。

国际上已有一定数量的远程网，特别是 80 年代以来建造的国际上最大、最有名的网络为 Internet，CSNET，BITNET，UUCP 等，这几个主要网络构成了国际计算机骨干网络，它跨越了许多国家，与其他网络一起连着各国的政府机构、大学、研究所及公司，构成了覆盖全世界的计算机通信网络。

我国和原西德合作建成的中国科技网—CANET 已成为国际科技网中的成员。

2. 局域网

局域网指传输距离在 0.1 — 10km，数据传输率在 0.1 — 20mb/s 的网络，它的误码率很低，是一种限定在单个组织单位范围内拥有的网络。它采用共享通信信道，通常是电话线、同轴电缆、双绞线和光纤等。

根据介质频带的使用特点，局域网又可分为基带局域网和宽带局域网两种。基带局域网指介质中只存在一条信道，即某种介质的频带全部为该信道占有，且在介质中传输的是数字信号。常用的基带局域网有 Ormnet，Ethernet，Token—Ring，PCnet，3+net 等。宽带局域网指在介质中存在多条信道，即其频带为各信道共同占有。在介质中可传输数字信号和模拟信号。常用的宽带网有 Pcnetwork。除了以上所提及的以外，近几年来我国引进的局域网产品有 K—net，X—net，AST—net，Trans—net，BCM—net，Novell-net 等。

连接在局域网上的可以是单个计算机系统，也可以是一个单独设备，但是局域网迅速发展的背景是微型机的发展及其应用，尤其是个人计算机的发展和广泛应用。如果组成局域网的计算机都是微型计算机，则把这种局域网称为微型机局域网。目前所谈论的局域网络多数是指微型机局域网络。

三、综合业务数字网

目前，计算机网络的发展趋势是建造综合业务数据网（Integrated Service Data Network，缩写为 ISDN），这是今后广域通信网络发展的方向。

ISDN 是一种能在一个网络内传输多种业务信息的网络。这种业务信息包括图像、数据、文字、语音，包括活动图像、全双工交互式电视电话、电视会议等。ISDN 能连接各种不同的业务终端，如视频终端、电话、传真、视频电传、智能电传等，并有各种不同的接口。一个单位只要建立这样一个网络，就能解决所有常用信息业务的传送问题。这种网络已成为网络技术发展的总目标。以局域计算机网络为基础的分布式处理系统成为提供 ISDN 的理想环境。

第六节 网络协议

一、网络协议的概念

在计算机网络中，处在两个不同地理位置的计算机上的两个进程相互通信，需要通过交换信息来协调它们的动作并达到同步。而信息的交换必须按照通信双方预先共同约定好的规程进行，这些约定和规程叫做协议（protocol）。

一般来说，协议由语义、语法和定时关系三部分组成。语义规定通信双方彼此“讲什么”，即确定协议元素的类型，如规定通信双方要发出什么控制信息，执行的动作和返回的应答。语法规则规定通信双方彼此“如何讲”，即确定协议元素的格式，如数据和控制信息的格式。定时规定事件执行的顺序，即确定通信过程中通信状态的变化，通常可以用状态图来描述，如规定正确的应答关系。

二、网络功能和协议层次化

计算机网络是一个极为复杂的系统，为了简化其设计通常采用层次结构的方法，把功能划分为若干层次，较高层次建立在较低层次基础上，又为其更高层次提供必要的服务功能。网络的层数、每层的名字、功能和向上层提供的服务都随网络而异。但共同点是较低层为较高一层提供服务，且低层功能具体实现方法的变更不影响较高一层所执行的功能。

网络功能分成若干层次（如图 9.9 分七层）。不同机器的相应层中，通信双方要有许多约定规程，只有双方共同遵守这些约定规程，才能配合工作。这些约定和规程叫做同等层协议，简称协议。

上述不同机器的各相应层之间的协议通信是虚通信。实际上，数据流并不在两个同等层（即不同机器上的相应层）之间直接流动，而是在相同机器上相邻的两层间流动。数据要从一个层次过渡到另一个层次，必须在前一层次做好进入下一层次的准备工作，才能顺利转入下一层次。这种两个相邻层次之间要完成的过渡条件叫做接口协议，简称接口（interface）。以图 9.9

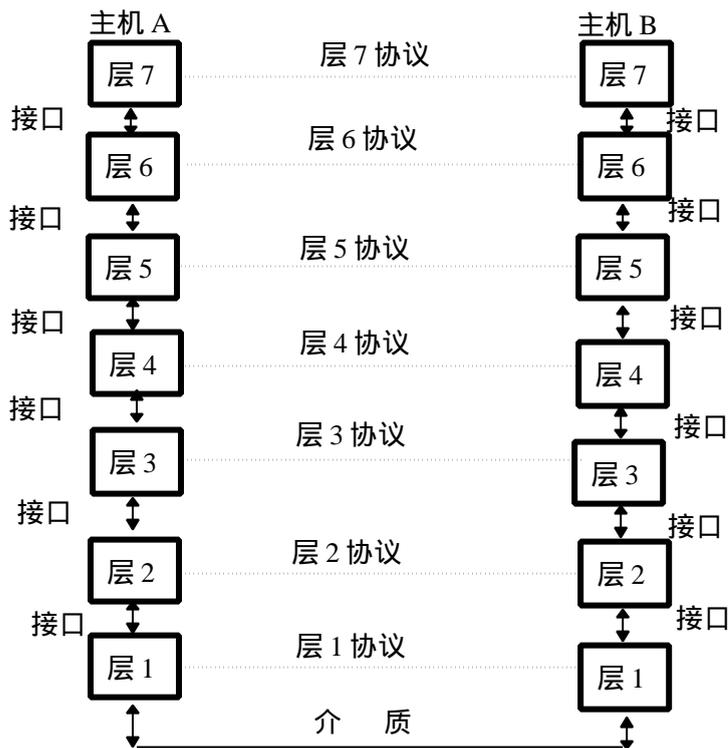


图 9.9 层次化结构模型

的网络结构层次化模型为例，数据流的流动方向是用户（进程）数据进入第 7 层，装上第 7 层协议的控制信息后作为第 6 层数据送给第 6 层，在第 6 层上装上第 6 层协议控制信息后作为第 5 层数据送给第 5 层，如此进行下去，每一层都附加上该层协议控制信息后送给下层，一直到第 1 层，然后直接通过介质发送给对方机器。对方机器接收到数据后，先将第 1 层的协议控制信息去掉后作为第 2 层数据向上送往第 2 层，第 2 层又去掉第 2 层协议控制信息后向上送给第 3 层，同样进行下去，直到去掉第 7 层协议控制信息，然后将原用户数据送给该机器的用户（进程）。这样做，由于高一层数据不含低层协议控制信息，使得相邻层之间保持相对独立性。亦即低层实现方法的变化不影响高一层功能的执行（只要接口关系不变）。

三、ISO / OSI 参考模型

1. ISO / OSI 参考模型

ISO 是国际标准化组织 (International Standards Organization) 的简称。为了使各种网络能够互连，它提出了一个网络体系结构模型作为国际标准，称为开放系统互连参考模型，即 OSI (Reference Model of Open Systems Interconnection) 模型，凡按该模型建立的网络就可以互连，这也是“开放”一词的意思。该模型只是一些原则性说明，并不是一个具体的网络。

图 9.10 是 OSI 标准七层通信协议结构框图

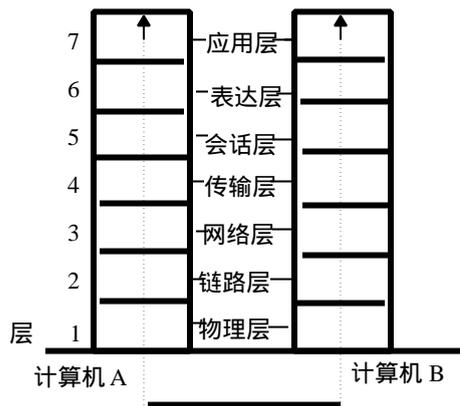


图 9.10 OSI 标准七层通信协议

2. 各层的作用和功能

第 1 层是物理层。这一层主要对通信介质、调制技术、传输速率、接插头等通信物理参数作出规定，有关网络的机械和电气特性都在该层进行说明，以实现网内两实体间的物理连接，传送比特（bit，也称位）码。

第 2 层是数据链路层。在这一层指出信息在通信线路中传递的规则，如信息的成帧（数据加上报文头）与拆封、寻址、差错检验与纠错以及对物理层的管理等，用在物理层提供的比特服务基础上建立的相邻节点之间的数据链路传送数据帧（按一定格式组织起来的位组合）。

第 3 层是网络层。在这一层处理的信息包括从发送站经由中间一些工作站到达接收站路径的选择，用于在通信子网中传输信息包或报文分组（具有地址标识和网络层协议信息的格式化信息组）。

第 4 层是传输层。在这一层建立网内两实体间端。端通信信道，用来传输信息或报文（一个报文可分成若干个报文分组）。

第 5 层是会话层。本层提供两实体间建立、管理和拆除会话连接的方法。如会话双方的资格审查和验证、收费方法、会话方向的交替管理、故障点定位及恢复等各种服务，用于在两个实体之间建立通信的伙伴关系，然后进行数据交换，完成一次会话连接。

第 6 层是表示层。在这一层把数据从一种代码和格式转换成另一种代码和格式，完成不同文件不同文件格式的转换，以及不同类型的计算机、终端、数据库之间的数据格式转换。

第 7 层是应用层。本层负责应用管理和执行应用程序。本层为用户提供 OSI 环境的各种服务，管理和分配网络资源，建立应用程序包，如事务管理服务、文件传送、数据库管理服务、网络管理服务。本层功能主要由用户或应用决定，所以许多网络应用程序都是第 7 层的一部分。

3. 局域网参考模型

局域网既然是计算机网络系统的一种，它也参考和引用上述 ISO / OIS 参考模型，结合局域网本身的特点制定自己的具体模型与标准。在 ISO / OSI 的七层模型中，低下三层即物理层、数据链路层和网络层，主要涉及的是通信功能。局域网在通信方面有自己的特点：其一，数据以帧为单位传输。其二，局域网内部一般不需中间转接。局域网的拓扑结构主要是总线、树形或

环形，故路径选择功能可大大简化，一般不设立单独的网络层。因此，局域网的参考模型如图 9.11 所示的 IEEE802 为例，它仅相应于 ISO / OSI 参考模型中最低两层。物理层用来建立物理连接，数据链路层则把数据构成帧进行传输，并实现帧顺序控制、错误控制及流控制功能，使不可靠的链路变成可靠的链路，其余高层尚待确定与标准化。

IEEE 是美国电气与电子工程师协会的英文缩写，IEEE 在 1980 年 2 月成立局域网标准化委员会，因此称之为 IEEE802 委员会，它制定的标准称为 IEEE802 标准。

第七节 网络系统管理

在由一台计算机支持多个用户的集中式应用环境中，它的操作系统对计算机系统的各种资源进行管理。无论是近程还是远程的用户都通过终端来登录作业，执行操作，访问主机；而主机的操作系统分时地对各终端进行扫描，与终端的用户交互作用，执行用户的处理要求。这样的应用环境管理与建立比较简单。

在由网络连接起来的分散于不同地理位置的多台计算机的分布式应用环境中，是以多台计算机共同运行来支持用户的各种应用的。数据、进程、应用程序分散在网络中各个节点的计算机上。因此，网络系统各节点的计算机运行时不但要使用本节点的计算机资源，而且要及时地与其他节点的计算机进行通讯，请求不同节点的计算机资源服务。所以，网络系统的管理除了如第六章第四节所介绍的一台主机系统的操作系统所具有的进程管理、存储管理、I/O 设备管理、文件管理等功能外，还必须具备各节点的计算机之间的通信管理功能。

当今流行的网络系统中，这些功能由如图 9，12 所示的在网络节点计算机与本机操作系统之上建立的专用于网络管理的软件模块来完成，这个模块通常叫网络操作系统。在这种网络管理软件系统中，各节点计算机的局部操作系统对本节点的计算机资源进行管理，网络操作系统则负责网络节点之间的通讯管理，而且还要支持与节点本机操作系统的互相操作来协同地管理网络系统资源。通过各节点计算机的本机操作系统与网络操作系统模块，为用户建立一个良好的操作与管理环境，使网络系统中各节点用户可以像集中式系统那样地要求所需资源为其服务，不必考虑所需资源是本地的还是远程的，也不需了解网络节点之间所发生的交互通信情况。

可想而知，网络系统管理难度大，设计技术很复杂。上述管理系统的结构是在原有的操作系统之上建立起来的，所以必然受到原有操作系统的制约，其软件模块随着原操作系统的不同而不同，管理很有局限性，网络系统不能充分利用，系统效率不能充分发挥。因此，需要进一步发展网络系统结构，对计算机与网络所有组成统一设计，建立一个全局性的操作系统，以统一地对网络系统各种资源进行管理，为把各种计算机系统集成一个分布式的计算机环境提供必要的条件。

第三部分 组织中的信息系统

本书第二部分介绍了信息技术的发展状况，这些为管理信息系统的建设提供了技术基础。然而，正如前面一再强调的，为管理工作信息服务才是最终目的。在这一部分中，主要对各种组织中的常见的信息系统进行简单的介绍，包括业务处理系统、（狭义的）管理信息系统、决策支持系统。在此之前，还要对信息系统的一般结构和规划工作作一简要的介绍。

第十章 信息系统的结构

信息系统是总的管理系统的一个子系统，同时它本身又是一个相当复杂的系统，包括若干相互联系的、相互影响的部分。本章即介绍信息系统的结构，包括其一般模式、层次结构、空间结构等，并对于信息系统的一体化问题进行简单讨论。

第一节 一般模式

所谓模式，就是指信息系统由哪些部分组成，以及如何组成。

根据前面讨论的各项功能，以下一些部分应该是信息系统所不可缺少的。

(1) 收集信息的子系统，这是信息系统进行业务活动的起点。如果进一步细分，进入系统的信息可以分为两类，一类是待加工的“原料”，一类是有关如何加工的“命令”。对于有些系统来说，是以“原料”为主，例如订单处理系统；对于另一些系统来说，则是以“命令”为主，例如查询系统。有些系统可能把这两者区分开，从不同的人口进入系统，有些则可能从同一个人口进入系统。

(2) 管理存储在系统中的数据或信息的子系统，我们借用计算机中的术语，称之为数据库管理子系统。尽管从一般的意义上讲，这里并不要求一定使用计算机来存储数据。这个子系统的任务是对进入系统的各类数据进行分类、整理、保管、维护和更新，当需要调用时能够迅速及时地满足各种要求。

(3) 负责对数据或信息进行加工的子系统，我们称之为加工子系统，它不仅要有为加工所需要的有关模型及方法（这些组成模型库与方法库），而且要有调度与使用这些方法和模型的机制和实现手段。这种机制和实现手段还要能够根据需要，调度与使用数据库中的内容。

(4) 传递信息的子系统，或称通讯子系统。它的功能在于完成各种信息的传递工作，包括对系统外的信息交换，系统内部状况的收集与上报，上级决策的下达等等。

(5) 提供信息的子系统，或称显示子系统。它的功能在于向信息的最终用户提供所需要的各种信息服务，如报表生成、屏幕显示、图形显示、声音显示等等。

根据系统类型的不同，这些部分可以以不同的方式组合起来，形成不同类型的结构。一般来说，可以分成“流水线”式的结构与“工具箱”式的结构两大类型。

“流水线”式的结构如图 10.1 所示。这种系统结构常见于业务信息系统和管理信息系统中。在这些系统中，输入的信息主要是待加工的原始信息，进行的处理基本上是例行的固定的任务，因此需要下达的命令并不多。在这样的系统中，主流是数据流，系统的构造以至开发过程都是围绕数据的“输入—处理—输出”这一条主线展开的。这种系统一旦建立起来，就能够比较稳定地完成所要求的工作，不需要很多的人工干预。但是，要对系统的功能进行修改与扩充将是十分困难的。

“工具箱”式的结构如图 10.2 所示。这种系统结构常见于决策支持系统和办公信息系统中。这种系统的功能灵活多变，需要根据使用者的命令随时进行组合和变更，因此，那种相对固定的“流水线”式的结构就不再适应要求了。在这种系统中，统一的用户接口的主要功能在于接受使用者的命令及有关其需求的其他说明，同时输入的不仅有新增添的数据，而且有新增添的模型与方法。这种系统的运作是以使用者的需求为中心的，它是使用者的决策模式作为核心的。这种系统的一个显著特点是“边用边成”。在系统刚

投入使用时，功能并不一定很强，但是随着数据库、方法库、模型库内容的丰富，系统的功能将越来越强。在这个意义下，它是“开放型”的。

这两种结构的区分并不是绝对的。某一条“流水线”可以是某一个大“工具箱”中的一件工具；反之，“生产线”中的某一环节也可以采取“工具箱”的组织方式，由插入的人工干预来选择具体的执行路径。这里不过是提出两种可供参考的思路。

第二节 数据库、模型库及方法库的作用

在前面讨论的一般模式中，可以看出信息系统分为两个基本部分。一部分是信息处理的一套工作程序、规则、步骤、处理次序等，简言之，一套机制。另一部分是一批基础的数据、模型和方法，这里的模型和方法是指管理工作或其他专业工作的模型和方法。前者是信息系统的共同性能，后者是具体到某一信息系统的实质内容。

数据库、模型库和方法库则是这两者结合的接口和界面。从信息系统的共同性能出发，我们应该确定这三个库的存储方法及使用方法，即制定它们的模式及管理机制；从具体信息系统的角度，我们应从管理学或其他专业学科为这三个库提供具体内容。

关于数据库已在第八章中介绍了。我们在这里只指出一点：随着对信息系统研究的深入，对数据库管理系统的要求越来越高，特别是库模式的灵活易变已成为信息系统提高效率的关键，应该特别予以注意。

模型与方法二者既有联系又有区别。模型是指在管理学（或其他科学）的理论和实践的基础上提出的，在管理工作（或其他具体领域）中各种因素间的定量或定性的相互关系。它是描述本领域中的具体规律的。方法则是指一定的数学计算方法，例如运筹学或数理统计的计算方法，它是独立于管理学（或其他各种领域）之外的。因此，模型可以使用各种方法，同一方法也可以为多个模型所使用。从应用的角度看，模型是实质性的内容，而方法则是工具。

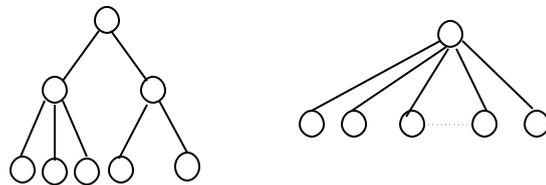
模型包括理论模型和经验模型，它们都是人们对客观规律的某种近似的描述。因此，它们是人们认识世界过程中的一个阶梯，十分重要而又具有相对性。一个信息系统能否为管理工作提供有效的帮助，关键在于它所依据的模型是否基本上符合实际，而且随着认识的提高，这一模型还应该不断地完善。因此，可以说，模型库是信息系统的核心，数据库为它提供必要的信息，而方法库为它提供加工的方法。

对于这三个库在信息系统中的作用，应该予以足够的重视。

第三节 信息系统的层次结构

规模较大的信息系统必然显现某种层次结构，即把信息处理的各种功能有计划地分散到不同层次，并把它们有机地联系起来。层次结构给信息系统提出了许多新问题。

首先，怎样合理划分层次。管理学的研究表明，如果层次结构过于“扁平”（如图 10.3 (b)），即管理幅度过宽，就会在事实上无法进行有效的管理与控制，下层就会各自为政。如果层次结构过于“陡峭”（如图 10.3 (a)），即管理幅度过窄，层次过多，则会使机构僵化，反应迟钝，不利于管理效率的提高。因此，需要根据系统的实际业务状况确定管理幅度与层次。需要较严格控制的系统，则每一层次的管理幅度不宜太大；需要充分发挥下层自主性的系统，则可适当放宽幅度。



(a)比较陡峭的层次结构 (b)比较平坦的层次结构

其次，怎样在各层之间分配功能。所谓分配功能主要是在各层次上，按照其服务对象的需要，存储必要的信息以及配备必要的信息加工功能和显示功能。在这里总的原则是：在哪里用，就在哪里存放；需要汇总信息或加工结果的，就不要传递原始信息；能在一个地方加工一次的，就不要分散到多处去重复同样的加工。当然，这里说的是一般原则，具体情况还要具体分析。

最后，在层次式的信息系统中，信息传递的问题是一突出的课题。虽然按照理论的讲法，应该努力做到“一事一地”（即一项信息只存一次、一项加工只做一次），但是由于常常发生多处使用同一信息的情况。这时，就必须在通讯费用和存储费用间进行权衡，求得合理的安排。

第四节 信息系统的空间结构

由于大系统在地理上有一定的分布，因此，除了从管理角度上划分的层次结构之外，还常常需要考虑信息系统在空间方面的结构。

信息系统的空间结构包括拓扑结构和物理实现两个方面。

拓扑结构是指由各种等级的信息存储与处理中心与它们之间的通讯渠道组成的逻辑网络结构。常见的有星形结构、环形结构及网状结构三种。这种结构与计算机网络的点一点信道通信子网结构相似，有关这方面内容已在第九章中介绍了。

在实际中，任何一个大规模的信息系统都不会只简单地采用某种结构，而是根据实际情况，权衡各方面需求及各种费用，作出符合本系统要求的安排。

在拓扑结构确定之后，具体的物理实现方案就可以开始设计了。

在这里，各种现代化的通信技术起着十分重要的作用。现代化的通信技术是一个专门的技术领域，其特殊的讨论课题不属于本书范围。不过，作为一个完整的信息系统的规划者，需要从使用者的角度，对各种通信技术的功能范围、性能指标、使用条件及经济价值等有一定的了解。

第五节 信息系统的一体化

随着计算机应用范围的扩大，各企业中陆续建立起许多针对各种工作需要的计算机应用系统，如会计系统、人事系统、物资系统、计算机辅助设计系统（CAD）、计算机辅助制造系统（CAM）等等。这样，怎样把这些分散的系统相互联系起来，就成为一个十分困难而又必须解决的问题，这就是系统的一体化问题，或称集成问题。这样形成的总体系统一般称为计算机一体化制造系统，简称 CIMS。

一体化在实际工作中是相当复杂的。它需要一个单位在管理规范化、科学化方面具有相当的基础，同时又要在计算机应用上具有较好的技术与设备基础。

系统的集成或一体化一般从以下几个方面去考虑。

（1）数据的集成：对于各子系统处理的数据内容及格式进行整理与统一，使之能够在各子系统之间交换与共享，进而形成全系统的总体数据模型及主题数据库。

（2）功能的集成：对于各子系统的功能进行规划与调整。形成总控部分，调用各子系统，同时统一应用环境。

（3）人机界面内的集成：在用户一级统一人机界面的处理方式与风格，形成面向最终用户的统一的系统。

（4）硬件及网络方面的集成：通过使用网络技术（包括局域网与远程网）联结各子系统，形成统一的系统。

作为应用系统的规划设计人员，应当对于系统的集成充分准备与考虑，在条件成熟时进行该工作。

第六节 非正式的信息系统

以上我们讨论的都是以企业或组织的行政机构为依托的正式的信息系统。在任何社会组织中，总存在着历史地形成的非正式的信息系统，对此，也应有所认识。

在社会经济组织中，由于经历、年龄、文化水平以及其他种种因素，总会形成各种各样的群体，或明或暗，或清晰或模糊，或有形或无形，但它们是客观存在的，并且是起着很大作用的。就信息处理及传递而言，这种非正式的信息系统总是比正式的信息系统迅速灵活得多。

作为企业的管理者应该对于这种情况有清醒的认识与足够的估计。各个群体之间，存在着各种各样的矛盾及联系；每个群体又各有自己的特点、优点、弱点。只有对这种情况有正确的了解，并在管理工作中采取适当的措施，才能调动各方面的积极性，协调各类人员的利益，使整个企业或组织为达到本系统的目标协调一致地工作，这是管理心理学的研究课题之一。

对于从事系统开发工作的人员来说，有两点需要注意。

(1) 信息系统并不只是指正式的信息系统，任何组织中都存着非正式的信息系统。越是管理工作差的单位，非正式信息系统起的作用越大。随着信息系统的整顿与改善，正式的信息系统将会越来越发挥骨干作用，但非正式的信息系统仍然还会存在，并发挥其独特的作用。

(2) 非正式的信息系统对正式的信息系统是有影响的。在信息的收集、传递及手工处理中，有关人员的倾向性及态度是起着很大作用的。在现代信息系统这个复杂的人机系统中，作为信息处理者的个人有十分重要的地位。因此对于有关人员能否得到所需要的信息，能否正确地客观地处理与传递信息，能否确保信息的安全与保密，都应有所了解，有所分析并有所安排。否则，正式的信息系统就会成为徒有虚名而发挥不了实际作用的形式，也就更谈不上取得实际的效益了。

本书讨论的是社会经济系统中的正式的信息系统。非正式的信息系统的研究属于管理心理学等学科的研究范畴，因此本书后面将不再讨论它。

第十一章 信息系统的规划

组织中的信息管理工作是无所不在、生而即有的。在没有提出信息系统的概念之前，事实上人们已在不自觉地进行信息管理工作，自发形成的信息处理系统早已存在。因此，在人们提出管理信息系统时，事实上是要对已有的信息管理工作进行整顿与提高，这不是一天两天，一年两年的事。即使完成了一个应用系统的开发，也只不过是信息管理工作发展的漫长过程中的一步。对于其全过程的理解与认识是十分重要的。这就是本章要讨论的主题：信息系统的规划。我们将概括地介绍诺兰模型，管理环境对信息系统发展的影响，以及技术对信息系统发展的影响。

第一节 诺兰模型

美国专家 Nolan 根据大量历史资料与对实际发展状况的考察，提出了在一个地区、一个行业乃至一个国家计算机应用发展的客观道路及规律，即所谓诺兰模型。

按照 Nolan 的意见，某一范围内计算机应用的发展要经过六个阶段。

第一个阶段是初始阶段，这个阶段人们对计算机还很不了解，少数引入的一些计算机主要起一种宣传、启蒙的作用，当然也就谈不上发挥什么实际的效益，人们对它的兴趣也只是由于新鲜，不要求实际的效益。

第二阶段，计算机技术开始普及，一些初期尝试的成功，使人们对于计算机技术开始产生了实际的、基于自身工作需要的兴趣。计算机的销售量开始上升。然而这个阶段，计算机的作用主要还是用于学习和培训，真正用于管理的尚属少数。学习及普及是这一阶段的主要的工作。

第三阶段，投入使用的应用系统多起来。在某些方面人们尝到了甜头，计算机发挥了作用，然而在更多的方面，由于缺乏全局考虑，各单项应用之间不协调，并未取得预期的效益，甚至相去甚远，得不偿失。人们最初的新鲜感已经过去，实际的要求占了主导地位。这一阶段末尾，系统集成的要求得到理解。从投资效益的状况来看，这一阶段的效益可能比第二阶段还会有所下降（因为一些矛盾暴露出来了）。

第四阶段是集成阶段。这是一个非常重要的阶段。由于前一阶段的教训，人们开始认真地按照信息系统工程的方法，全面规划，切实从管理的实际需要出发，进行信息系统的建设与改造。

第五阶段，在系统集成基本完成的条件下，信息管理提高到了一个新的、以计算机为技术手段的水平上。计算机已经成为日常管理工作的不可缺少的工具，日常信息处理工作已经普遍由计算机完成。这时，计算机作为日常信息处理工具的作用开始发挥出来，投资开始见效。

第六阶段，在日常数据已经进入计算机的条件下，人们进一步对这些数据加工整理，充分利用，从而使决策水平提高，优化管理，避免失误，真正发挥对各级决策的支持作用。这时，计算机的作用才大大发挥出来。

诺兰认为，这是一个客观的发展规律，各阶段是不能超越的。

这个模型是我们进行规划工作的一个重要参考。我们应当分析本单位、本部门、本行业的实际情况，参照国内外经验教训，实事求是地规划我们的工作。

第二节 管理环境对信息系统的影响

诺兰模型只是一个一般性的模型。在具体工作中，由于社会经济及管理体制的影响，信息系统的发展还会有许多各自的特点。

在形形色色的社会经济组织中，信息系统的类型与特点真是不胜枚举。信息系统是一个十分概括抽象的概念，如果仅限于重复它的一般规律，对于实际工作是没有什麼用处的。实际工作所迫切需要的，恰恰是对具体信息系统的特点进行分析与认识，并由此得出改善的方向与步骤。

对信息系统的特点如何进行分析，将在本书第四部分中详细讨论。这里先从管理学的角度对管理系统进行一些初步的讨论。

(1) 系统目标：作为人为系统，目标是形成系统结构、功能以及其他各种系统性能的出发点。了解系统的特点，首先应该了解建立这个社会经济的组织的目的。

(2) 系统边界：系统的内部因素和外部因素在分析问题起着根本不同的作用，前者是可以加以控制和调节的，后者却必须有约束条件，因此必须明确地设定系统的边界，否则就无法继续讨论问题。

(3) 系统活动的评价指标体系：系统活动的评价指标常常是目标的具体体现，因此必须从一开始就明确指出，而且尽可能地给出定量的指标。一般来说，不能只有一个指标，而应有完整的指标体系。

(4) 系统的环境：广义地说，系统以外的所有事物都是系统的环境，但在实际工作中，我们关心的是与本系统有物质、能量或信息交流的外部实体。最常见的分析方法是调查与了解。

(5) 系统的控制或调节机制：系统通过怎样的途径与方式调节自身的活动（如常见的计划控制），怎样收集反馈信息，怎样处理与分析反馈信息，新的调节命令是怎样向下传达的，这个处理过程的时间要求如何，调节的频率、周期如何，效果如何。

(6) 系统的自主权情况：它与上级的关系如何，自己有哪些决策的权力，这些决策的形成过程如何。这一方面的情况尤其值得注意。在目前的经济体制改革中，这方面的情况正在不断变化。

(7) 系统内部的管理体制：它分几个层次进行管理，在各个层次间职能和权力是怎样分配的；层次之间是怎样联系、怎样协调的；同一层次各个部分是怎样相互联系与协调的，管理的幅度多宽等等。

(8) 系统的历史与发展前景：不了解一个系统的过去，就很难理解其管理体制和管理方法的现状。同样，如果不了解一个系统的发展前景，也就不能正确安排其信息系统的发展。

(9) 系统的地理分布：系统在地理上的分布对于管理方式与信息系统的安排也有很大的影响。特别是通讯问题，受到地理因素的直接制约。

(10) 系统的人员状况：指系统中人员的知识水平与素质，技术背景与业务能力，年龄结构与思想动态。对于管理工作来说，这些也与系统的设计与发挥效率有着直接的关系。

总之，对于管理工作的特点的分析，是考虑和改善信息系统的前提。从事信息系统工作的人员决不能对管理学一无所知，必须对管理的实践工作进行周密的调查，取得切实的针对具体系统的实际知识，只有这样才能做好这项工作。

第三节 技术对信息系统的影响

一定的技术手段是信息系统的基础，它提供了信息的载体、存储方式、处理机制与传播方式。技术手段为信息系统的建设提供了物理基础，同时也规定并限制了系统的功能范围。技术手段在信息系统的发展中起着十分重要的作用，不应把它作为一个完全消极的因素。

从信息的载体来区分，人们大致经历了四个发展阶段。在远古时代，以口头语言为主，即仅局限于大自然所赋予的发音与听觉器官，受到时间和地点的巨大限制。文字的发明使人们有了超越时间与空间限制的信息载体，人类知识的积累大大加快了。近代科学提供的电报、电话以电信号作为载体进一步加强了信息传递的能力。电子计算机的出现，使上述能够传递而无法长期保存的电信号在磁性存储设备上以极高的密度存储起来。显然，不同的技术手段必然引伸出不同的结构体制与管理方法。

当前最突出的问题无疑在于手工处理与计算机处理的权衡和比较。

以手工处理为主的信息系统往往具有以下一些弱点：信息的准确程度较低，信息处理的速度慢，信息存储及信息处理工作的重复进行，信息在处理与传递过程中的失真等等。这些弱点中确有不少是由于手工处理过程所造成的，通过采用电子计算机可以使准确性提高，处理速度加快，并减少重复的存储与处理。这一发展趋势是毫无疑问的。

但是，如果认为计算机处理在一切方面都比手工处理优越，因而计算机用得越多越好，计算机处理的“覆盖率”越高越好，则是片面的。原因在于，任何一种技术手段，在处理信息中总是有其长处与短处。以目前发展阶段的电子计算机来说，还有许多方面需要手工处理来补充，特别是在管理工作中。如果说，在科学计算和工程控制系统中，还可以实现完全用计算机处理的话，那么，由于管理工作的特点，管理信息系统就不可避免地要保留许多手工处理的部分或环节。为什么会这样呢？首先，管理工作的复杂性导致许多不确定的因素，这些因素常常起着重要的作用，目前的计算机还无法有效地处理这种不确定因素。其次，管理决策中主观经验的作用很大，在目前的计算机上，这些主观经验如何发挥作用问题尚未完全解决，目前，一些单位正在进行的专家系统的研究，正是试图解决这一问题，然而，在知识的表达与处理等一系列根本性的理论问题上，尚有不少困难。最后，由于计算复杂性问题的障碍，一些问题的理论算法尚无法投入实际使用，因为这些问题的计算量太大了。

因此，至少在目前，信息系统的工作人员所面临的任务是正确地认识各种技术手段的优劣长短，把它们合理地组织到实际的信息系统中来，而不是“一边倒”地用计算机代替手工操作。随着技术的发展，将来还会出现新的更先进的技术手段，但对于这些问题的态度仍应采取同样的原则。

总之，在处理技术问题时，必须实事求是，对于计算机处理的部分，应该努力发挥其高速度、高精度、高密度的优点，而注意补充其过于死板，不便于灵活处理，不便于处理意外情况的弱点。对于手工处理的部分则是发挥其灵活性的长处，而注意加强校验，防止错误。

第四节 建设具有中国特色的管理信息系统

管理信息系统与各国的具体条件关系密切。国外的情况与国内的情况差别很大。因此，对管理工作的要求及实施过程中的约束条件也有很大区别。相应地，管理的信息需求也有很多不同点。所以，认为管理信息系统的理论与方法以至软件都可以从国外引进而直接使用是不实际的。几年来的实践也已证明生搬硬套是不行的。管理信息系统的工作必须立足于中国的现实的管理背景之上。

那么，中国的管理工作方面有哪些特殊情况呢？我们可以列出以下一些情况。

（1）中国是以生产资料公有制为基础的社会主义国家。企业或部门领导人的决策是在国家宏观政策指导下进行的。

（2）中国正在进行的经济体制改革，是向社会主义市场经济体制的目标发展。现代企业制度正在建立和完善之中，市场机制在资源配置中已发挥着基础性的调节作用。

（3）相当一部分单位的管理水平比较低，给使用先进的技术手段造成了一定的困难。

（4）中国是一个发展中的国家，资金短缺，特别是外汇短缺的现象还十分严重。信息系统的改造需要一定的经费，电子计算机及现代化通信设备的价格还是比较昂贵的。

（5）中国的企业目前还是以手工处理作为信息处理的主要手段，而且在可以预见的相当一段时间内，手工处理仍将是信息处理的主要手段。

如果忽略了这些特点，就会提出不切实际的要求，作出难以实现的规划，对实际工作有害无益。

根据上述特点，在考虑我国各级各类信息系统的改善时，应该注意以下几点。

（1）必须认真分析具体单位的职权范围、决策环境与决策过程，努力抓准决策者的真实的信息需求。

（2）充分重视基础工作，把信息系统的建设和理顺管理工作结合起来，首先保证基础信息的完整和信息渠道的畅通，防止出现基础工作薄弱，信息系统成为空中楼阁的现象。

（3）重视手工操作在信息系统中的作用，注意人机接口和人机配合问题。特别要注意对操作人员的培训，在整个系统的设计与考虑之中，应充分重视使用人员的作用。

（4）充分利用已有设备，努力做到少花钱多办事。信息系统的改善能够带来很大的效益，但它的效益是通过改进管理而间接地体现出来的，并且还要有一定的时间。所以很容易在初期出现效益不大以至得不偿失的情况，针对这种情况，应该在开始时努力控制开支，尽快取得实际成效。

（5）对于国外的关于信息系统的理论与技术，应在认真学习的基础上，吸取其有益的适用的内容，防止生搬硬套。

总之，信息系统的改善是一件复杂的工作。在中国的具体环境中从事这一工作，更需要认真谨慎地研究实际情况，防止可能出现的种种问题，使信息系统的改善工作稳妥而健康地向前发展，为管理现代化发挥实际的作用。

第十二章 业务处理系统

信息系统的最初的、也是最基本的类型是业务处理系统 (TPS)。它是针对某一具体的数据处理业务的,是范围较小、功能较简单的单项业务的信息处理系统。在经济管理领域中最初的应用系统、至今大量实际运用的系统多属于此类。本章介绍其一般概念及常见的 TPS 系统。

第一节 业务处理系统的一般概念

业务处理系统是为日常业务处理提供信息的。就一个生产企业而言，其日常业务有生产、销售，采购、库存、运输、财务、人事等方面的业务经营工作。这类工作实际上都是信息处理工作，对于每一类业务经营工作都有一个相应的信息子系统为其提供所需的信息，如生产信息子系统、销售信息子系统、采购信息子系统、库存信息子系统、运输信息子系统、财务信息子系统、人事信息子系统，等等。在主流为非物资流的组织中，由于没有生产与销售业务，则无相应的信息子系统。但随着主流活动的不同，而另有一些基本业务及相应的信息子系统。例如，银行中有存取信息子系统、信贷信息子系统，等等；学校内则有学生信息子系统，等等；医院里则有门诊信息子系统、病房信息子系统，等等；政府行政机关中则有公文处理信息子系统，等等。

这些信息处理工作在使用计算机以前都是人工操作的，在使用计算机以后，即逐渐形成电子数据处理（EDP）系统，或简称为数据处理系统，也就是以计算机为主要工具的信息系统。数据处理系统是实现信息处理的技术手段，其主要功能如下。

（1）为各项信息处理提供有效的数据处理功能。具体地讲，应具备一套或几套应用程序，能直接满足一组织内日常业务与事务数据处理的需要。譬如，在一个企业中，生产信息子系统、销售信息子系统、采购信息子系统、物资管理信息子系统、财务信息子系统、运输子系统等，即需各有一套或几套可公用的应用程序，来满足这些子系统所要做的数据处理任务。

（2）数据库维护。每个应用程序都需要数据文件，这必然造成文件的重复。因此，宜使用一公用数据库来存储各业务信息子系统所需的数据，以避免重复。数据库维护的任务是保证数据库始终准确及时，维护工作包括检查、修改、插入及删除。数据库应统一设计，以保证数据库的完整性与一致性。

（3）信息检索。应用程序处理的数据多属例行的业务数据处理，如顾客往来帐户、生产进度报告、库存登记、工资计算，等等。这些数据通常都是以定期、定型的报表提供的。但在经营管理中有些需要的信息，往往不能直接通过应用程序中例行数据处理而检索得到。譬如，要知道本组织内有哪些年龄在 35 岁以下，英语很好的男性工程师，就需要通过信息检索程序来取得这种信息，现在数据库系统商品软件中都备有此项检索功能，用其规定的查询语言编写问题的有关程序，以取得对问题的适当回答。信息检索是与应用程序相辅相成的，它是为补充一般应用程序所不能满足的信息的需要的。

（4）监控功能。一个数据处理系统要有效地完成任务，除承担应做的数据处理工作之外，尚应保证系统能正确有效地运行。对系统的监视与控制包括三方面。第一，为了保证处理的正确，即需检查输入数据有无错误，并输出相应的出错信息。在一些简单的情况下，宜更改错误。第二，恢复功能。一旦系统出现故障，如突然停电，数据项的丢失，甚至系统的某些部分或设备被火灾或地震所毁，都要能准确地恢复原来状态。第三，监视整个系统的运行，全面记录系统所做的各项工作，供审核以衡量系统的效率。

上列几项功能都不是彼此独立的。例如，应用程序、信息检索以及数据库维护都使用共同的数据库，这些关系均需仔细考虑到。一个组织或企业开始考虑电子数据处理时，一般都从日常例行的业务与事务的处理与操作的自

自动化开始，即把日常手工处理的业务记录与报表编制改为由计算机来处理，在此基础上，就必然会考虑到用计算机来提供管理决策所需的信息。数据处理系统实质上是一套硬、软件装备，因此在考虑设计一套数据处理系统时，不但要考虑到业务处理的需要，而且还应考虑到今后发展的需要。这就是说，在为实现业务信息系统而设计数据处理系统时，就要考虑到同一套数据处理系统要既能满足业务信息系统的需要，而且又能在此基础上，进一步发展以基本上满足管理信息系统、决策支持系统以及办公信息系统的需要。总的来讲，数据处理系统是一套电子设备，是一笔相当金额的投资，一开始就应有一全盘的和相当长期的考虑，能满足组织内各方面信息处理与今后发展的需要。这里提出的一个数据处理系统应具备的各项功能中，有些功能，如信息检索以及功能较齐全的数据库系统，应考虑到今后管理决策的信息的需要。当然，不同目的与要求的信息系统所需的工艺装备会有些不同。譬如，管理信息系统和决策支持系统中除需配有数据库外，还需有模型库乃至方法库；办公信息系统中，有一个以微型计算机为中心的工作台，及具有文字数据处理的功能，等等。这些具体的“小异”问题将在以下有关章节内再作说明。这里所讲的数据处理系统是就其“大同”而言的，即一个数据处理系统起码应具备的功能。实际上，现在市上出售的计算机都配有一套相应的系统软件，可满足数据库、信息检索及监控等功能的要求；同时还可利用现在的应用软件包来解决应用程序的需要。这里列举的功能，旨在从系统观点来强调一个数据处理系统为了有效地提供一个组织所需的信息起码要具备哪些功能。单有一套应用程序只能解决某一具体业务问题。如库存登记、工资计算、订单处理都不能算作一个完整的数据处理系统。

第二节 办公信息系统

关于办公自动化，首先要回答什么是办公自动化。先谈自动化，广义地讲，自动化是指从简单到复杂、从低级到高级的机械化（如中、外文打字机的使用），机械与电气化（如用机电设备传递公文和档案），电子设备化（如使用现代化新式的复印机），电子计算机化，一直到电子计算机网络化，一句话，就是用机电设备及电子设备来代替人的手工操作，以求更快更好地完成工作。在这个意义上，以上所讲数据处理系统似可称之为各类企业的业务处理自动化。同时，办公自动化国外也称之为自动化的办公信息系统，即 OIS（Automated Office Information System），这里自动化是指电子计算机化。然而，办公自动化问题的提出，即表明传统的数据处理系统有不少地方不能充分满足办公对信息之需求。因此，先进一步来谈一谈什么是办公工作。

办公是指办公室的工作，就其内容而言，包括抄写、打字、批阅公文、请示汇报、作出决定、下达指示、会议及其他等等。就办公人员而言，则包括低级办事人员如抄写员、打字员、秘书及其他办事人员等等，中层干部如专业与技术人员，以及领导干部等三级办公人员。办公就是信息处理活动。信息的物理表达包括文字数据和数字数据，办公是以文字数据的处理为主，包括公文的拟撰与誊录、公文管理、通讯及决策支持等事宜。由此可见，电子化办公信息系统、办公自动化与传统的数据处理系统的一个根本区别在于，前者以文字数据处理为主，而后者则以数字信息处理为主。办公信息表达为数据（包括文字的与数据的）后，实际上处理的就是公文和报表。报表的处理是数字数据的处理，早就属于传统的数据处理系统范围。这里出现的新课题就是传统的数据处理系统不能完全承担公文处理的任务。这就是近十年来在传统的数据处理系统卓有成效的基础上，提出办公自动化问题的根本原因。因此，可以说办公自动化问题实质上是公文处理自动化问题。

就不同层次的办公人员而言，他们要求电子化办公信息系统提供的服务是各不相同的。先说低级办事人员，他们承担的工作主要是誊写与登记。字处理（word processing）软件的提供就是为了补充传统的数据处理之不足。此类软件是利用计算机作为办公辅助手段，等于打字机带有内存功能，以利于公文的拟撰，编辑与打印。用计算机进行这样简单的字处理是办公自动化的开端，这就相当于数字数据处理最初从以计算机代替人去进行冗烦的计算开始一样，其目的都是在代替人的手工操作。低级办事人员的工作是有结构的，易于用电子设备来代替这类工作。至于中层和领导干部的工作性质则主要是无结构的，譬如，请示汇报、参加正式会议、拟稿、阅读、分析问题、打电话、出公差，等等。这类工作一般是不能用电子设备来代替的，而只可用这些设备去帮助工作，扩大工作能力与提高工作效率。

就国外的现状而言，服务于上述三层次办公人员的电子设备与计算工艺，除起码的设备如新式复印机和微缩设备，以及必要的通讯设备外，比较典型的则有下列几种。

（1）工作站（workstations）。这是指在办公人员的办公桌上的一套

这里顺便提一下，电子计算机的处理对象本来应包括数字数据与文字数据。但由于历史的原因，电子计算机先用于科学计算，后发展到经济企业的业务计算，都是以数字数据为处理对象。文字处理的提出可视为电子计算机的一个新的应用，但就其实质而言，则应视为电子计算机的处理对象的全貌展示。

以微型计算机为中心的电子设备,外部设备可包括软盘与硬盘,显示公文(文本及图像)的显示屏(其中有些是指触屏(touch screen)或带有鼠标器或其他指示装置,以供选择屏上项目),还可与通讯网络连接。有些还可利用窗口(window)软件包,把显示屏划分为若干个长方块,称之为窗口。每个窗口与一个进程(操作系统意义下的进程)相联系,每一窗口可以独立地由用户开辟,调节大小、启动、中断、终止及消除。这样就可以进行多任务操作与执行并行过程。譬如,当在一个窗口内进行编译时,也可同时在第二个窗口内拟稿,在第三个窗口内阅读电子邮件。此外,工作台还可与本地打印机或网络有输入输出连接,也可接上电话机,提供查电话号码等功能,以扩充电话的功能。

(2) 公文编辑程序(document editors)。公文编辑程序的功能比简单的字处理程序要强些和复杂性。它和字处理程序一样,能自动地产生、编辑与存储文件、表格及报告,但它又可以在公文中产生与处理图片,声音、形象。在显示屏上编辑时,原来是一行一行地去做,现已改为全页编辑。有些编辑程序可在显示屏上显示出 WYSIWYG 形象。WYSIWYG 是 What You See Is What You Get(所见即所得)的缩写。这就是说显示屏上的形象正是或非常接近于在打印机上的输出,看不到任何编辑符号或代码,而能立刻实现空边、表式和对齐等编辑功能。有些编辑程序更确切地可称之为公文处理程序,因其包括产生、组织、拼写、核对公文。有时这类编辑程序把公文作为有结构的对象表处理,即公文是一个段、节以及格式的集合,段、节或格式又可以由句子或曲线或表组成的。这种编辑程序提供的功能是既能处理公文的内容,又能处理公文的结构。譬如,美国就有一个在微型机上运行的商品软件,叫“思想箱”(think tank),这是一种称为思想处理(idea processing)的软件。所谓思想处理就是在计算机上草拟提纲,用户可利用计算机来形成方案和思路的提纲,或用以组织一项大的项目。提纲的草拟可以分层次,先是粗线条的,然后逐步求精。这样就能把提纲扩展或压缩,而能看到不同层次的详细内容。还有一个新商品软件,叫“构架”(Framework),是一种所谓集成软件(Integrated Software),包括字处理、试算表式(Spreadsheet)、数据库、绘图及通讯等五种软件。这个集成软件是以思想处理(即思想提纲的草拟)为基础而集成的。用户使用 Framework 软件时,可把一张试算表式和插图放在提纲中的一个标题下,再将其压缩。这就是一个后来似乎普通的提纲中各个标题下可以隐藏着一套全面的报表,即图表、正文及数字。形成的提纲的格式形成一套框架,框架结构是嵌套的,即框架中可以嵌套框架。

(3) 试算表式。试算表式是一个二维表,其中各项可规定为同一表内或其他表内其他各项的函数,表的内容全部或部分显示在工作台的显示屏上。表中每一项的因变关系一经确定以后,某一具体项的改变立即导致所有其他与该改变项有因变关系各项随之而变。试算表式早在计算机显示屏上使用以前,就用手工来进行了。许多计算都以试算表式进行,譬如折旧计算、利润预计、标准差计算、赋税计算、净现值计算,等等。现在微型机上可用的试算表式商品软件已有好几种,其中最常用的有“苹果机”上用的 Visicalc 和 IBM PC 用的 Supercalc。另外, Lotus 1-2-3 是以试算表式为核心,配以绘图与数据库管理两种功能。最近,在美国商品软件市场上又出现一些新的集成软件,其中有 SYMPHO-NY, Framework 等,它们都包括字处理、试算表式、

数据库管理、绘图以及通讯等五种软件。有了这类集成软件，一个工作站就能凭借一种软件产品进行上述公文编撰、试算表式的计算，以及下面即将讲到的通讯网络和数据库管理。

(4) 电传会议(teleconferencing)。基于计算机的电传会议系统是把会议的全部内容都记录下来，其不足之处是多对多的对话，而非一对一的对话。电传会议一词有时也指同步地分散参加会议，所有与会者均须同时出席在他们的工作台旁。此外声频与视频电传会议也是一种同步的会议系统，用专用的传送设备连接各特设的供实时会议用的会议室。所有这些工具，其最初使用虽不像预期那样受到热烈欢迎，但却部分地代替了一些面对面的会议。

以上简介了办公自动化所用的几种主要电子设备与计算工具。前面已讲过，三个层次的办公人员对办公信息处理的要求是不一样的。办公自动化的提出最初主要为了低级办事人员的工作自动化。这类办事人员的工作台以字处理为主，也经常进行公文编辑。中层干部，尤其是企业中的中层管理人员已有管理信息系统为其服务，供存取数据或定期地产生报表。后来发展起来的交互式实时决策支持系统可供各级主管决策人迅速存取数据与各种模型，根据模型即可将原始数据进行汇总概括以及外推预测。今后的发展可以预料，人工智能技术以及专家系统将成为办公自动化信息系统中的一个重要组成部分。因此，总起来讲，办公信息系统应是一个集成的信息系统，除包括上述各部分外，还应包括人工的文牍工作以及电话系统。这样全面集成的办公信息系统才能充分满足所有三个层次的办公人员的办公信息之需。

就国外情况而言，现未达到这种全面集成的水平；其发展亦如数据处理系统的发展一样，先做到低级办事人员的办公工作的自动化，然后向纵深发展，使每个办公人员，尤其是中层主管人员以及高层领导都有一个先进的工作台，能做公文编辑、试算表式计算、存取数据，以及甚至可通过联网与其他工作台通讯，以便逐步形成一个集成的办公自动化信息系统。

在讲述办公自动化时，可按其工艺分三方面来说，即公文的拟制，讯息与公文的传播，以及公共数据服务。

具体到我国的情况，由于我国技术水平和技术设备还比较落后，要推行办公自动化，更需有计划有步骤地进行。首先，单就大城市而言，恐非每一单位都有一台新式复印机，现在打电话还不太方便，尤其是长途电话，只有部分单位有电传与传真设备，有缩微设备的单位也并不多。这些现代化设备都是办公自动化的必要的技术基础，具备了这些设备，才能谈及上述意义下的真正办公自动化。再就计算机的利用来说，现在许多微型机已配有汉字处理，可说是一个技术上的突破。但作为公文编辑的手段来看，需待改进的或者说需待新的突破的还不少。更何况汉字处理系统尚无统一标准，也不利于推广使用。因此，在我国推行办公自动化宜分几步进行：第一步是先打好办公自动化的起码的技术基础，即每一单位尤其是大单位应配有复印机或轻印刷设备，任何公文、报表等等都能立即复印出来，还需有必要的通讯设备及缩微设备。第二步是设置工作台。先从每一办公室有一工作台开始，然后逐步推广。第三步是工作台的联网通讯，再逐步发展到电子邮件和电传会议。第二步和第三步不一定要截然分开，第二步进展到一定程度，在条件成熟时，就可以做一些联网试点，以便推广。同时，在这两步内还要进行技术引进与研制，汉字处理的改进，数据库的建立，管理信息系统与决策支持系统的建

立以及这两种系统与办公信息系统的接口联网，以及其他计算与通讯工艺的可能利用均须考虑在内，根据需要与可能同时去做。

第三节 业务处理系统的若干常见类型

工业企业中的信息系统是与企业生产过程的特点紧密联系在一起的。从企业主要物流的状况来看，工业企业可以分为三大类。第一类是主要原料单一，产品结构稳定，物流明确的企业，例如钢铁、炼油等企业，这类企业多是连续生产，自动化程度较高，我们称之为过程控制式的企业。第二类是原料结构稳定，主要产品单一（或少数几种），主物流也比较明确的企业，例如机械工业的许多企业，我们称之为装配线式的企业。第三类是企业没有明确的主物流，例如生产日用品的某些轻工企业（如图 12.1）

以上三种企业虽然同是工业企业，但是在信息处理上却有很大的差别。在流水线式的企业中，主物流十分明确，在管理上的主要问题是前后工序的合理衔接，防止主物流的阻塞。在这类企业中，过程控制起着十分重要的作用，技术性比较强，一般倾向于实行集中管理信息的体制。在装配线式的企业中，管理工作所面临的主要问题是并行工序的相互配合，以保证主物流的连续性。在这种系统中，各部分的相对独立性比前一类企业强，而且各部分在技术上的相互联系比前一类少，技术工作的特点各不相同，因此，整个信息系统趋向于集中与分散相结合的组织结构。技术性较强的局部的信息，没有必要集中管理，集中管理的是为保证产品的均衡生产所需要的信息。在第三类企业中，主物流不明显，各部分的独立性更强，生产过程的管理基本上分散到各个车间，从全局来看，需要收集和处理的主要是经营管理方面的、用以保证全局的协调和平衡的信息。这样的系统更多地倾向于分布式的信息管理体制。

总的来说，工业企业中的信息管理工作与生产过程（主物流）的特征有比较密切的关系，应该注意抓住这个特征，以便有效地改造信息系统。

交通企业与工业企业相比较，具有被动、开放、动态的显著特点。从全社会来说，交通企业是服务性的部门，它的活动结果是人员与货物的流动，而这些人员与货物并不归交通企业所有，而是从外面安排的。这是一种被动的信息系统。所谓开放性是指与外界的信息交换十分频繁，而不像工业企业那样，以内部信息为主要处理对象。动态性强是指系统处于不停顿的连续运动之中，不像其他部门那样，可以从时间上分出明显的阶段，至少有定期的设备检修。由于这些特点，交通企业的信息系统具有更为突出的重要性。此外，交通企业一般涉及广阔的地域，通讯问题在实际工作中十分突出。这种情况对信息系统的建设提供了有利的基础条件，因为在使用计算机之前，系统中已有比较完善的通讯系统。当然，如何实现通讯设备的现代化，如何合理地把计算机系统与通讯系统连接起来，在技术上也必然带来一些新的问题，需要认真解决。

商业企业的任务是实现与促进社会产品流通，它的信息系统与社会环境关系十分密切，因为商业管理工作需要广泛了解产供销各方面的情况，才能作出正确的经营决策。这些信息基本上是企业外部的，与工业企业相比，所需要的信息结构也更复杂。因此，对于商业企业来说，信息收集的渠道是十分重要的。如何尽可能广泛地收集并及时地分析社会各方面的有关信息，是商业企业信息面临的突出问题。

学校、医院、研究所等事业单位的信息系统与企业的信息系统有很大的区别，其根本原因是管理目标的不同。企业以经济效益为主要目标，而事业单位则以社会效益为主要目标。例如，医院中病历档案的管理、血库的管理，直至辅助诊疗的专家系统，都是以保证治疗过程的顺利有效为目标的，与企业的情况显然有很大的区别。在这类系统中，档案管理和情报检索占有重要位置，信息量大，变更不那么频繁，但是信息保留时间长，查我的幅度宽，可以形容为“养兵千日，用兵一时”，而不像企业管理中的信息系统常常处于不断的更新之中。

政府机关工作中的信息系统一般是以办公信息系统为中心。大量的字处理工作，频繁的内部通讯，人机合作的工作方式，这就是政府机关工作中的信息系统的特點。政府机关的信息系统是整個部门或行业信息系统的—个部分，其功能和结构应与全部门或全行业的信息系统规划相互配合。事实上，由于全部门或全行业信息系统的建设是一个非常复杂、需要相当长的过程，在实际工作中，常常是首先建立政府机关的计算机化的管理信息系统，以此为核心逐步建设部门或行业的信息系统。把政府机关的信息系统只当作字处理技术的简单使用，而忽略它与整个部门或行业的信息系统的紧密联系，是会造成许多问题的。离开管理的需求，离开政府机关工作的目标，孤立地谈办公室自动化，是很难收到实际成效的。机关是各种信息的集散地，又是信息加工的主要场所之一，在目前计算机化的信息系统的建设中，这是一个重要的方面。

总之，由于面对的业务不同，信息系统呈现出许多不同的特点或情况，从事管理信息系统工作的人应当特别注意。

第十三章 狭义的管理信息系统

管理信息系统(MIS)一词有时被理解为一般的计算机应用于管理工作的系统,有时则与TPS和DSS相对比,狭义地理解为某一发展阶段的应用系统。其特点是比TPS集成度高,面向某一意义下的全局,但主要还是处理日常的信息管理工作,不像DSS那样明确针对某一类决策问题。这就是我们这一章要介绍的狭义的管理信息系统。

第一节 管理与管理信息系统

管理信息系统即 MIS (Management Information Systems)，顾名思义，是以服务于管理为其目的的。这里首先要讲一下管理这个概念，然后再讲什么是管理信息系统。

概括地说，管理就是解决问题和作出决定。成立一个组织，首先确定其目标与宗旨，然后制订有目标的计划，并在计划执行过程中进行控制，以保证目标的达到。把组织作为系统来看，整个管理过程中，两个关键的活动是计划与控制。控制是对组织的现行活动或现行系统的运行的控制，而计划则是为今后活动或运行进行的安排。因此，计划实质上也是一种控制，即对未来活动的控制。

计划和控制都需要信息。计划信息叫前馈信息，控制信息则为反馈信息。前馈信息是预测的或期望的信息，用以作为制订计划的依据。例如，制订国民经济发展计划、五年之内农业与工业发展速度各有多少、钢产量应为多少、发电量应为多少，等等，这些发展速度、产量等等都是预测或期望的信息。再如编制预算（也叫财务计划），就一个国家而言，总收入及其不同来源以及总开支及各项开支的分配，等等，都是预测数字。再就一个企业的财务计划而言，其收入是根据销售预测而预计的，其总资源（人力、物力、财力以及经常费用和行政管理费用）在数量上和时间上的分配，也都是预测数字。用前馈信息来规划组织的未来活动，可称之为前馈控制。当然，制订计划和预算，除需前馈信息外，还需有相应的历史数据，反映现有的力量和弱点。历史数据实质上是一种反馈信息。

反馈信息是反映组织内现行活动的状态的信息。国民经济计划执行情况报告，财务报告，一个企业的业务报告，个别项目的核算数字，如产量、产值、成本、销售额、库存余额等等，以及其他有关的数据，都是反馈信息。广义地说，业务信息系统所提供的信息都可视为反馈信息。用反馈信息来控制组织的现行活动，即可称之为反馈控制。

前面已讲过对系统的限制和反馈。实际上那里讲的限制就是现在讲的前馈信息，反馈就是现在讲的反馈控制。一个组织或系统在其存在期内，经常需用前馈与反馈控制，以维持其生存与发展，首先，利用前馈信息，制订计划与检查计划执行情况的各项标准。然后利用反馈信息，控制组织内现行活动按既定标准进行。到了一定阶段，随着情况的变迁与发展，又需再作计划，这就是前馈控制。新的计划多少要改变组织的活动，或增多或压缩，从而原来的目标与各项标准也有相应的改变，按照新的目标与标准来进行控制就是进行的反馈控制。因此，前馈控制与反馈控制总反复进行着：从现状出发，用前馈控制计划未来状态，这个未来状态便成为现状，对之进行反馈控制。如此反复进行，直到组织停止活动之时。

从控制论观点来看，管理就是用来进行控制（前馈与反馈）。具体地讲，就是（1）收集历史数据；

（2）控制现行过程；

（3）计划未来过程。管理信息系统就是一个提供信息以便主管人员进行前馈与反馈控制的信息系统。业务信息系统提供的信息可视为反馈信息，如前所述，这种信息一般只作为活动的总结，而不作为反馈控制的依据。这是业务信息系统与管理信息系统的根本区别。一个信息系统只在其提供前馈控

制与反馈控制所需信息时，才叫管理信息系统。

在社会经济系统中，管理信息系统通常与主过程分开而作为一单独的系统。前馈控制是开环的，它和反馈控制不同，信息不像反馈环那样反馈到主过程中去。反馈控制是组织内控制其现行活动的重要机制，现进一步分析如下。

反馈控制的进行是先收集有关系统输出的信息，将此信息反馈回来，把实际情况与计划情况，即与标准相比较，然后根据差异的性质与大小，采取相应的纠正行动。

主管人员根据所提供的信息作出决定，以便采取下列三种行动之一：

- 改变现行处理过程的输入参数；
- 改变系统本身的处理过程的结构；
- 根据现有信息作出无需作任何改变的决定。

决定的影响首先要看反馈的性质。反馈有正反馈与负反馈，即反馈信息在用于进行控制时有正面与负面的作用。正反馈可导致系统的增长和衰退，使系统离开原定的状态。负反馈正好与此相反，负反馈是不断地谋求使系统回到预定的水平或状态。

正反馈作用与输出误差同方向，即正的更正，负的更负，从而增加了误差的幅度。正反馈是难以控制的，而且是不稳定的。这里一个较明显的例子就是人口的指数函数的增长。人口每代都有增加，增加的人口又能使人口继续增加。因此人口的增长不仅是绝对数地增加，而且是以不断增长的速度在增加。一个国家若继续奖励多子女，就会造成难以控制的局面。就国民经济的发展而言，不断追求高速度也是一种正反馈，结果会欲速则不达。一个组织或企业若在增长发展之中进行活动，就会有会就抓，规模愈搞愈大，最后不可收拾而出现危机。总之，正反馈的作用往往难以控制，造成无法挽救的恶性膨胀和溃退。正反馈与前馈所造成的失误的不同之处在于，正反馈控制由于是反馈信息回到主过程中去起作用，所以在不加阻止的情况下，会循环往复地起“滚雪球”的作用；前馈控制由于信息不再回到主过程中去，其失误是不会起“滚雪球”的作用。

负反馈是控制的主要机制，它使系统不背离原定状态，正常运行，以完成其任务和目标。对系统输出先定出预期标准，系统的实际输出与标准相比，测定其差异，然后控制输入参数，使其作用与测量的误差成反方向，而将系统返回到标准输出。

进行控制所需的信息，即与标准的差异，共有下列三种。

- 误差的绝对数，即振幅的大小。这是将输出控制于固定水平所需的信息。
- 变动率。这是对振荡系统的变动速度进行控制所需的信息。
- 变动的变动率，即加速度与减速度。这是把系统控制于振荡水平上所需的信息。

在宏观与微观经济控制中，多数系统要求把系统控制在一个固定的限度内，即只需要振幅与变动率的信息的反馈；若要求一个系统随季节波动的影响大小，把系统控制在振荡的限度内，除需上述两种反馈信息外，还需用变动的变动率的反馈信息。因此要有效地控制本质上动态的反馈系统，就需综合利用上述三类信息。

一个组织或企业通常都是在发展中活动的。长期战略是利用正反馈来确

定发展和增长的速度，决定增加投资、扩充规模、引进新技术与设备、增加输出、提供新产品和服务等等。这些都是根据正反馈来制定增长计划的。一旦计划定出以后，就用负反馈来进行短期的日常控制，以保证和引导系统长期地按正反馈所制定的发展规模与速度进行。

MIS 只是整个反馈控制系统“环”中的一个环节，它的任务是收集所需数据，处理后传送给主管人员，供其作出决定，以便采取纠正行动。社会经济系统中反馈过程是开环的，不像简单的机械系统中那样闭环反馈控制不经过人的干预而直接反馈到主过程中去，反馈控制能否起应有的作用或恰到好处，还要看作出决定与采取行动等环节的运用情况。这里要考虑的有：反馈信息提供的时效问题，主系统或过程对输入变动的响应时间问题，纠正信息的幅度与滞延问题，等等。反馈控制系统是分离于主系统的外部系统，需随时监视以保证其正常运行，控制的目的是：

- (1) 把主系统或过程的运行控制在现有限度之内；
- (2) 更改现行目标，另定新的限度；
- (3) 改善主过程的结构以达到现行的或新的目标。

信息是控制的基础，它何时能到主管人员手中以及是否合用，决定了纠正与调节是否及时有效。纠正与调节是否起到应有的作用，还取决于主过程对输入改变的响应时间；而纠正信息的幅度大小以及有无滞延，也会造成纠正过头、不足或者不及时等现象。

社会经济组织是一个极为复杂的系统，就其反馈系统而言，往往是多环的，其中有些反馈环要经过一段时期或通过其他系统（例如，情况的反映是通过报社，再经过上级机关转来的），才能把控制信息回输到检查中的系统的输入端去，供改变输入参数之用。总的来讲，这些多环反馈交互作用最后起的主导作用可以是正的、负的或随时间的推移在正负之间摇摆。

由此可见，一个管理信息系统提供反馈控制信息，要考虑的方面有以下几点。

(1) 由于反馈信息是多渠道的，信息有些来自组织内部，有些来自组织外部，所有这些信息都要收集起来，方能满足管理控制的需要。

(2) 管理信息系统作为反馈控制系统的一环，是人—机系统。一个组织内基层领导、中层领导与高层领导进行管理控制所需信息各有不同，一般来说，基层与中层管理承担例行操作与日常业务的控制，所需信息主要来自内部，且需比较及时。高层领导控制方针的制定与执行，作决定也采取行动，就要靠多渠道的信息，包括内部的与外部的，时间要求不太高。

(3) 反馈控制所需数据的收集、处理与传输可以借助于电子计算机，也可以不借助于电子计算机。在使用计算机之前，数据的收集、处理与传输都由人来做。发展到由计算机代替人去做，效率即得到提高，决定和行动就比较及时有效。

(4) 传统的反馈控制是“批处理”式的，即定期（譬如，隔一天乃至隔半年）检查反馈信息与实行控制。现在已开始向实时控制发展，例如飞机订票的计算机网络系统。随着计算机费用愈来愈低以及微型计算机的普遍应用，今后将在实时基础上，累积信息，减少人的干预环节，“自动地”进行控制。当然，控制的主体是人，决定的作出与行动的采取都要由人来做。这里提出的问题是，一个管理信息系统应能适应管理过程之需要，提供必要的、正确、可靠的，及时的信息。一个集成的管理信息系统会便于管理控制的分

工与“下放”，从而可提高整个组织的工作效率。纯实时控制可授权低层管理人员在收到信息时作出预定的决定，采取相应的行动，而不需向高级领导请示决定。积累信息或“批处理”式控制则应注意动向（例如，库存积压愈来愈多），只在超过既定范围时才需向上级请示汇报，这些都可用计算机程序自动地决定。

第二节 管理信息系统与管理层次

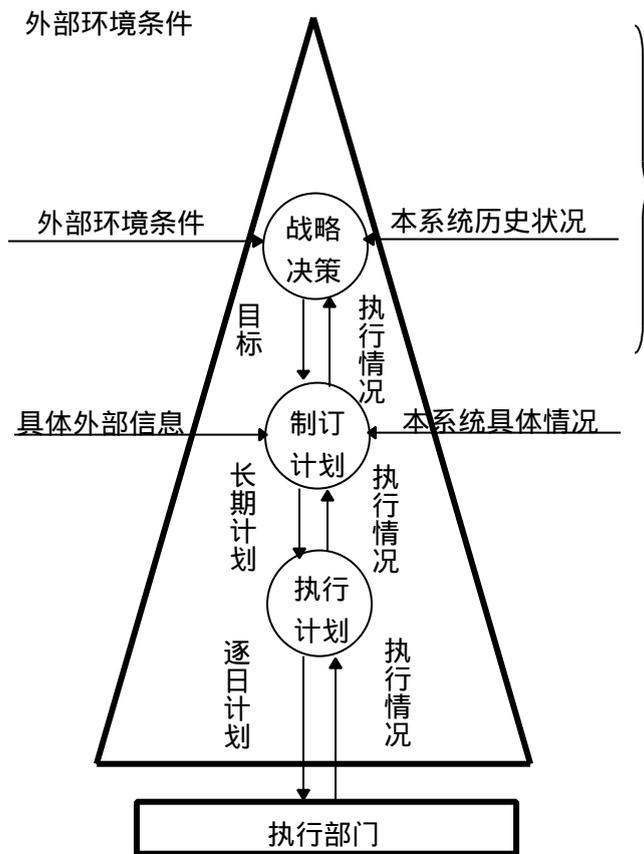
现代社会中的各种系统是分层次进行管理的。不同层次的管理工作具有不同的职能，因而也就有不同的信息要求。面向不同管理层次的信息系统当然也就必然具有不同的特点。

长期以来，许多管理学的专家对于不同层次管理工作的区别，进行了详细的讨论。例如，法约尔在他的著名的《工业管理与一般管理》中，对于各级管理的职能及各级人员在管理中的作用进行了详细的分析。根据这种分析，他得出如下的结论：

“技术能力是大型企业下层人员和小型工业企业领导人的主要能力；管理能力是较高层领导人的主要能力。技术能力在工业企业下层占主要地位；而管理能力则在上层占主要地位”。

近代的管理学专家进一步分析了各级管理工作的不同特点。一般是把管理工作分成高层、中层及基层三种（见图 13.1）。高层管理的主要任务是进行战略决策，即确定本系统的目标，取得达到目标所需要的各种资源，决定这些资源的投入方向。在各自系统的范围内，这是最高层核心领导所担负的责任。对于一个企业、一个单位来说，这无疑是最重要的管理工作。在这一层次上的失误，对于系统来说，后果将是灾难性的、毁灭性的。

为了做好高层管理工作，需要的信息量是非常大的，涉及的范围也是非常广的。为了审时度势，必须收集系统内外、过去和现在、经济技术、各种环境的大量信息。这些信息常常是非格式化的，不限于某些固定的例行的信息范围。为了比较各种方案，常常还需要依据某些理论模式或历史经验，进行模拟或预测。因此，面向高层管理工作的信息系统必须具有根强的功能，不仅能够收集与存储大量的不规范各类信息，而且要求能高速度地进行相当复杂的分析加工，最后还要以最高领导便于使用的方式，把结果提供给他们。



中层管理的任务是根据高层管理所作出的战略决策，具体安排资源的使用，确定战术方案与实施步骤，以保证目标的实现。在中层管理中也有决策问题，但都比较具体，决策的原则比较简单明确。例如，对于一个工厂来说，决定一笔资金的投放方向或决定某种新产品是否应该上马，都是属于战略决策范围的。而在这些问题决定之后，中层管理的工作人员就将具体安排投资的分阶段实施计划或这种新产品的研究、试制、试用直到定型生产的工作过程。中层管理工作的特点是既有大量的例行的比较规范化的任务，又有需要灵活处理的不够规范化的决策课题。在管理工作中，它处于承上启下的关键地位。目前国内大量开发的，正是完成这一层次任务的应用系统。

中层管理工作在信息方面的需求量也是很大的。因为它要完成大量的具体的计划编制、资源分配等工作，这都是建立在大量的准确的完整的基础信息之上的。与高层管理相比，它需要的多半是本系统内部的信息，包括历史情况及现状，因而比较容易收集齐全。中层管理也需要部分外部信息，例如，某些原料的生产厂家情况对于工厂的管理决策也有直接的影响。中层管理对信息处理的要求是迅速收集，及时分析，按时作出各项工作的具体计划，并收集其实施状况，以便对计划进行必要的调整。实际工作中，人们总是首先完成大量例行的信息处理工作（用机器或手工），然后再逐步加进反馈、调整以至预测等功能。面向这一层次的信息系统在管理工作中十分重要，需要优先考虑其改善和加强。

基层管理也称为操作管理。其任务是执行已经制订的计划，组织生产或

其他具体活动。基层管理是面向系统内部的，工作的目标、计划、步骤都已经由上面确定，因此，这一层管理工作一般来说并不与系统之外的各种实体打交道，而是与本系统的具体生产过程或业务流程紧密地联系在一起。这是系统管理工作的基础部分。

根据基层管理工作的特点，可以看出其信息需求是系统内部的直接与生产或业务过程有关的各种信息。这些信息规范化程度高、数量大，而且是反映当前情况的，一般来说，并不需要长期保存。这类信息要求能及时地收集与处理，以便对生产或业务工作进行有效的控制，当然，这里的处理一般是比较简单的。信息的收集与核对，在这里占有十分重要的地位。

正确区分信息系统所面向的管理层次，对于实际工作者来说，是十分重要的。不同级别的管理工作对信息的需求是不同的。这些区别表现在来源、时间范围、格式化程度、精度要求、功能要求等各方面，必须认真区分。例如，时间尺度，对于高层管理，一般是以年为单位来考虑的，常常是3至5年的长远规划。而中层管理则一般是一年之内，一个月或几个月。对于基层管理，则常常是以周或日为单位。如果不区分这些特点，改善信息系统的工作就会无的放矢。

关于管理的层次，还需要说明宏观与微观的区别。迄今为止，讨论管理信息系统时，国内外均以具体单位（企业、学校、医院等）为对象，所说的高层、中层与基层也都是对某一微观的具体的社会经济系统而言的。至于一个地区、一个行业以至一个国家的信息系统，则是一种宏观的社会经济系统中的现象。应该说，对于这样的系统，人们的认识还只是刚刚开始。把企业一级的管理信息系统的方法不加变动地搬过来，试图处理宏观系统中的管理信息系统的各种问题，是很危险的。国外也正在开始研究这方面的问题。例如，在从何处下手的问题上，就有两种不同的意见。有的国家着重于基础信息的收集与提供，首先形成向各级人员提供相应信息的广泛的信息服务网；有的国家则强调为最高领导决策服务，首先解决决策支持问题。相应地，各国也有不同的具体做法。总之，对于宏观的信息系统的建设，人们经验尚少，应更加谨慎一些。

信息系统是为管理工作服务的，因此，所服务的管理工作的层次、类型要求与特点，当然就应成为信息系统的评价与改善的出发点。信息系统的发展与改进，无疑也会对管理体制与管理方法产生影响。这种相互促进，是管理现代化过程中的一个重要方面，应引起管理人员的重视。

第十四章 决策支持系统

决策支持系统(DSS)是计算机在经济管理中的应用方面最引人注目的领域之一。由于它直接与决策工作联系,潜在的效益非常大,所以人们对它寄予很大的希望。然而由于决策支持系统的难度很大,技术问题也复杂,所以有必要在本章中对其概念、特征和结构作进一步详细讨论。

第一节 决策支持系统的含义

一个系统之所以被视为决策支持系统，必定是针对某一类决策问题的。例如，根据收集到的实例，可以把决策分为四类，并对其出现次数的多寡做一个估计。

	由个人作出的决定	由集体作出的决定
因事而定的决定	有些	很少
制度化的系统(经常进行的决定)	许多	很少

上表是按两方面进行分类的。一是由个人还是集体来作出决定；另一是决定的作出是否制度化。即一类是问题发生后才研究如何作决定，一类是制度化的决策系统，就收集到的各实例而言，多数的决定是属于制度化的由个人作出的决定。

就实际应用而言，对决策支持系统有两种不同的看法：一种认为决策支持系统的有效应用是用在某一类具体的决策问题，如财务决策、生产决策等。这类决策问题有明确的目标（如财务决策中求投资收益最高），所用的模型与程序都清楚易懂，用户确能得到系统的帮助而解决问题，这种系统可独立于其他系统运行。这种系统所用的模型都是为解决其具体问题而制定的特殊模型，所用的数据库非通用数据库而是专用数据库。

另一种看法是认为应力求决策支持系统具有通用性，即应具备有从内部及外部不同来源而得的多种数据，能把各种决策情况都制定出既准确而又有代表性的模型，能处理不同具体内容的决策问题，以及提供便于用户使用的接口配置。这类决策支持系统中最理想的应是集成的，它有广阔的应用范围，有广泛的模型与显示功能，其数据库也有很强的集成性，即包括内部和外部的各种经济资料和各方面的业务数据。就目前现状而言，实际应用的不是这类一般性的集成的决策支持系统，而是针对某一决策问题的系统。在新建系统时，宜先从小范围开始，针对某一具体的决策问题，弄清问题，明确目标，而且应有一套标准化的决策程序。

决策支持系统的进一步发展或称下一代的决策支持系统，是智能支持系统（Intelligent Support Systems）。智能支持系统是决策支持系统的一种形式，它是由决策制订人把推测性论据与知识库结合起来，用以对某一类半结构问题提出解答。这实际是人工智能与专家系统在决策问题中应用的开始，文献中已有了一些讨论。专家系统是人工智能的一种形式，它是把某一领域专家的专门知识提炼出来，建成一个知识库，其中包括各种关系以及解决问题与作出决定的各项规则，用以解决有关的问题和进行决策。例如，在某地区钻井探测石油，就应根据地质专家们提供的知识，建成一个知识库，然后根据适当的输入数据，运用知识库的各种关系与各项决策规则，对如何进行石油的勘测，提出一组建议。专家系统从60年代中期开始研究以来，已取得了不少进展，可以说已直接应用于几乎每一个行业，从医生用以诊断到企业经理人员用以解决复杂的政策问题。这种系统的力量是来自于其积累了某一具体领域的专门知识，而非来自某两种技术，而且这种系统能在分析用户输入的数据的过程中，解释它自己的推理过程。例如，在医生诊断的专家

系统（即用计算机来诊断病情）中用户对系统提出的问题，都要问为什么，以及最后要问系统是如何作出诊断的，这样就能知道系统的推理过程，即可判断系统作出的诊断是否正确。

专家系统实际上就是一套应用软件，也就是一套应用程序。这套程序的设计与编写，即专家系统的建立，叫作知识工程(knowledge engineering)。

专家系统既供民用，也供军用。现在美国国防部已把专家系统定为到本世纪末10个待研究的最关键的课题之一。国防高级项目署(Defense Advanced Research Projects Agency)有一项10年研究项目，叫战略计算创建(Strategic Computing Initiative)，其任务是把知识工程技术（连同专用的大规模集成电路的硬件）用于军事问题。专家系统用于军事，实际上是一种自动化的（计算机化的）军事指挥决策系统。譬如，导弹发射指挥系统，用专家系统（即一套计算机程序）来指挥发射，即等于用一套条件来决定是否发射，条件的取得与满足是通过一套传感器传送来的，例如通过雷达测知对方射来的导弹及其弹道，一旦满足条件，阻击导弹即可自动发射。

在民用方面，已编好并已有成效的专家系统有如下几个。

(1) HASP/SIAD。用于推断太平洋中航行的船只的位置与类型的专家系统，它是通过沉在水内的声音传感器网传来的数据进行推断的。

(2) MYCIN。用于疾病诊断的专家系统，它专供诊断传染病之用。

(3) Delta/cats。用于诊断机器毛病的专家系统。

(4) DENTRAL。用于有机化学实验的专家系统，它是根据质谱、核磁共振数据以及其他信息，来推论有机分子的结构，此乃第一批编成的（60年代后期）和最成功的专家系统之一。

(5) PROSPECTOR。用于矿产勘探的专家系统。

(6) R1，现称 XCON。用于在约束条件下配置部件的专家系统，它是美国数字设备公司(DEC)用以根据订单来配置VAX计算机的。

(7) Molgen系统。用于设计分子遗传实验的专家系统。

这些专家系统都是用LISP语言写的，都需在大型计算机上执行。近几年来，由于微型机中央处理器(CPU)的速度的提高，以及内存量的大大增加，专家系统已能在微型机上运行。现在美国已有十几家软件研制公司提供了一批“简化的”专家系统，供在微机上运行。这种“简化的”专家系统叫做“壳子”(shell)，即只有一套推断机制程序，而不包括某一专门领域内专家们知识的知识库。用户自编其专业知识库，与壳子合并，成为一个完整的、能解决具体问题的专家系统。可以预料，今后将有更多更好的专家系统产品出现，它们能有效地解决一些具体问题，包括管理决策的问题。

专家系统应用最有成效的地方是解决数据的解释问题，上述MYCIN，HASP/SIAD，Delta/cats，DENTRAL，PROSPECTOR，XCON，Molgen等，现有的专家系统大体都属于这一类处理方式。它们都是根据输入的信息所提供的现状，应用知识库内各项推论规则（即条件语句），找出现状与这些规则中前提条件相符者，一步一步地应用相应的推论规则，解释现状是如何产生的。

专家系统的推断规则用LISP编写，规则的解释程序也用LISP编写；而LISP本身通常又需经过解释来执行。两次解释过程是费时间的，使执行速度减慢。同时，在解释过程中，除推断规则本身外，解释程序也需留存于内存中。一个真正实用的专家系统，至少需用1MB内存。因此，从速度与内存量的要求来看，专家系统需在大型机上执行。

管理决策问题中也有不少是属于数据解释类的。例如，根据市场信息来决定新产品的研制，根据不同条件来确定新厂址或新设备的布局，设备添置的财务计划的选择，生产计划的安排，投资计划的制订等等，都要求先掌握情况与数据，根据既定的一套推理与判定规则推断出不同结果，选择其中最好或最接近于目的与要求的方案。

以上讲的是近两年来专家系统产品在美国市场上涌现情况。与此同时，美国市场也出现了不少专供管理决策用的商品软件。

决策支持系统与专家系统都是旨在解决性质类似的问题，即无结构或半结构的以及情况不完全清楚的问题。因此，不少专家系统商品软件的出现都号称有支持决策的功能。但持保留或怀疑态度者不乏其人，而且不是没有道理的。我们这里所讲的是决策支持系统，不是决策代替系统。前面已一再强调，决策过程中人是行动主体，机器起支持与辅助的作用。人在进行决策时有其理性的部分，也有非理性部分，如凭直观、经验甚至感情行事。人工智能技术能做到的是人的理性活动中的一部分，还有许多工作要做。这里所讲已经研制出来的软件对于管理决策究竟有多大的真正用场，虽一时难以充分估计，但亦可说是代表了一种动向，即下一代的决策支持系统将会是智能支持系统。

第二节 决策支持系统的特征

前面讲过，什么是 DSS，迄今尚无一致公认的看法或定义。因此，我们只能从多数人的看法中，来看决策支持系统应具备哪些特征与功能。根据特征与功能，就可以来谈一个决策支持系统的设计思想，其组成部分与结构。

(1) 从要解决的问题来看，DSS 是面向中、高层管理人员所面临的半结构化问题。这个最主要的特征已在上面多次指明过，现在再强调重复一次。半结构问题的解决既要靠自动化数据处理，又要靠主管人员的直观判断。因此，它对人们的技能的要求就与传统的数据库应用的要求不一样，譬如，MIS 中处理结构化的决策过程时，人并不起主导作用，决策全靠计算机系统自动作出。对于这样的系统的分析与设计就与面向半结构化问题的决策支持系统的分析与设计不一样。

分析与设计一个决策支持系统，首先要考虑到主管人员在这种系统中的主导作用。在传统的包括 MIS 的信息系统的分析与设计中，是以数据流为分析中心的。决策支持系统的分析与设计还要进一步起到决策者在系统中的作用。决策者解决问题的风格，所具备的技能以及所掌握的知识都可能各不相同。由于有这些区别，一个决策者进行决策的过程也就彼此不相同。

(2) 由于上述原因，决策支持系统的分析与设计过程就有所不同。譬如，在系统分析阶段，由于要解决的是半结构化问题，可以说没有一个主管人员能够明确清楚他说出，他要建立的一个决策支持系统解决什么样的具体问题。这不是指主管人员不能说出他要建立的信息系统是帮助他进行决策。这个要求是明确的。不明确的是指系统应具备哪些功能，即系统应能干什么才能满足主管人员进行决策的信息需要。半结构化问题的发生时间、具体内容以及问题本身的性质等等，都是不能完全预见的。因此，从系统规格的要求来说，不能预先规定需要什么样的输出，从而对处理过程甚至是输入都不能在系统分析中有具体明确的规定。

决策过程就是解决问题的过程。决策的好坏有赖于掌握正确的情况。这就要求了解业务问题与联系组织的动态，以及主管人员对问题的不断加深了解。一个决策支持系统的设计与实现就要把这些方面考虑进去。

(3) 在处理方面，结构化的问题易于且便于把所有一切变量及有关的项目明确地列出来，因而能用一套较明确的形式模型来解决这类问题。至于 DSS，因其所处理的是模糊的、演进的以及了解不很清楚的问题，这样的模型往往用场有限。DSS 除了具备传统的数据库存取与检索的功能外，在很大的程度上，还依靠所谓“推测性论据”，以及利用那些有助于主管人员进行决策的模型与数据库。

所谓“推测性论据”是对待形式的分析方法而言的，是指决策时要依靠决策者的直观想象力、深思熟虑、经验以及判断来进行。结构化的决策问题能用形式模型来解决，从而就能“委托”计算机系统作出决定。半结构化的决策问题的解决则以人为主体的，因而不能“委托”计算机系统代替人做决定，不过，在进行决策时还要依靠有用的模型和数据库来作出有效的决策。

(4) 在工艺方面，DSS 具备的性能应能使非计算机人员易于以对话方式使用，并包括有绘图功能，以便从图中可以看出趋势和规律性。同时系统应具有灵活性与适应性，以便随环境的变迁或决策者的决策方法及方式的改变，系统能作相应的改变。

决策问题通常是随时发生，随时考虑与处理。这就要求主管人员的办公桌上或其办公室内应有一台终端机，以便随时使用，协助和支持其进行决策。当然，这里讲“随时使用”，并不专指或需要领导或主管人员亲自使用，只需他身边有一台终端机，供其进行决策之用。他可以亲自操作机器，或由其技术助手按其指示代其操作；尤其是高级领导或经理，对于他们无需要求亲自操作，由助手去操作，一个 DSS 照样能支持决策的进行。

综上所述，就当前决策支持系统的大多数系统而言，这种系统的特征一是以处理半结构化问题为主，二是系统本身具有灵活性，三是多数为联机对话式的。至于联机对话，所用对话询问语言至少应属易学且便于使用，例如类似英语或汉语语言。把这几个主要特征再进一步加以概括，可以归纳为一条，就是决策支持系统的分析与设计是围绕着以决策人为行动主体进行的。称“支持”而不是“代替”，其着眼点即在此。这可以说，决策支持系统与管理信息系统的根本区别也在于此，管理信息系统可以在无人干预下解决结构化的管理决策问题，而在决策支持系统中最后要靠人来作出决定。这里再强调一下，人是决策行动的主体，一切信息技术只是协助决策人作出有效的决定，而非代替人去作最后决定。谁掌握最后决定权，是决策支持系统的中心设计问题。在决策过程中过分强调计算机的作用，或甚至把计算机的作用放在第一位，是不妥当的。

第三节 决策支持系统的结构与研制方法

决策支持的一个可能实现的结构是把系统分为三个组成部分或子系统：数据库子系统、模型库子系统，以及用户接口子系统。每个子系统均各有其各自的管理系统。

在此结构中突出了用户接口的重要性。传统的信息系统（包括管理信息系统）的设计都是只考虑硬件与软件的有效配置，很少或甚至不把人作为决策主体的作用考虑进去，前面已一再强调，决策支持系统的行动主体是人，应把决策人视为系统的一个组成部分。因此研制一个决策支持系统时，就要特别注意人机接口的问题，要根据决策过程的特点与决策人认识上的倾向性，使系统便于和易于使用。至于数据库子系统和模型库子系统作为决策支持系统的组成部分，也有它们的特点。下面即分别就这三个子系统作一些说明。

（1）数据库子系统，数据库及其管理系统是目前信息工艺中最发达的部分之一。作为决策支持系统的一个组成部分，数据库及其管理系统有其独特的要求，它不同于业务与管理信息系统中的要求。第一，决策所需信息是内容丰富，来自多方面的，既要有内部数据，又要有外部数据。就内容而言，除了财务、生产、销售及人事等方面的业务数据外，其他如计划、预算、标准、工程数据、主管人员的主观估计等内部数据，以及外部数据如国民经济指标等，都是决策人尤其是高层领导决策所需数据。第二，在数据的获得与提取方面应具有充分的灵活性与适应性，对未料到的用户要求，能随时作迅速的增减与改变。数据的获得宜通过通讯网络直接从来源取得，传送到数据库予以存储。另外，为了最有效地为决策服务，应单独建立决策支持系统数据库，而在逻辑上应与其他各种业务数据库区分开来。

近几年来数据管理系统的重大发展多数是在大型数据库用于业务数据处理方面，这类大型数据库管理系统一般都具有查询与数据检索以及灵活的报表产生等功能。但从决策支持系统的用户来看，有一套数据检索的命令，供其从数据库选择若干项数据，甚或把选择出来的数据用具有灵活的格式与标题的报表显示或打印出来，并不能完全满足决策的需要。决策支持系统用户所需要的，是能够以相对少量的数据项与系统反复地并创造性地打交道。决策所需的数据项并不多，但必须均系解决问题确实所需的数据。用这些数据，经过系统反复运算，模拟出不同的情况和方案，以供选其较妥善者，作为问题的一种解决。这里所讲解决问题确实所需的数据随着不同问题的发生时常在改变。可能天天都不一样。这就要求数据库管理系统具有满足这些需要的灵活性与适应性。

（2）模型库子系统：这里讲模型当然是指决策模型。模型的拟制早就是运筹学的方法与技术 in 信息系统中的应用。这些模型都是为解决某一具体问题而专门拟制的，它们彼此独立，缺乏灵活性，不易修改合并。因此很难适用于情况多变的决策问题。应用运筹学拟制出来的模型往往是所谓的最优化模型，而许多决策问题的解决往往又都不要求最优解。决策支持系统中所需模型既要简单，又要具有灵活性，这样才能适应经常改变以及未预料到的新的情况。决策支持系统的模型库内应包括：

- 1) 战略模型即战略性计划模型，供高层领导决定方针政策之用。
- 2) 战术模型，即管理控制模型，供中层领导决定如何最有效利用资源以

实现方针与目标时。3) 操作控制模型, 供基层主管人员决定如何最有效地执行操作时。同时, 库内还要包括有构造模型的各种积木(模块)和于例行程序, 以供构造其他各种模型。现行的应用程序包, 如线性规划模型、时间序列分析、多元回归及方差分析等统计学例行程序都包括在内。

一套模型应能支持各个职能领域(生产、财务、销售、人事等等)以及各级管理层(高层、中层及基层)的决策。从决策支持的要求来看, 模型库的设计应能符合下列标准:

- 模型均编制成模块式的, 既能单独使用, 又能与其他模型(模块)结合而形成更复杂的模型。这样就能快而容易地建立新模型。

- 有一套手段, 能供模型从数据库提取数据。模型实际上是数据库的使用者, 因此须有某种语言供其进行直接数据检索之用。

- 有一套命令语言, 供用户运行现有各种模型之用。

- 既具有能改变现有模型本身内部和分析过程, 又具有能改变各模型使用方式的灵活性, 从而使系统的模型设计的功能处于不断发展与改善之中。

一个决策支持系统对决策者所提供的支持不外是两方面。一是数据支持, 即提供数据的存储、及时修正以及检索等功能; 一是模型设计支持, 即提供一套数据的运算与分析的方法和算法。这两方面实际上就是计算机的两个主要用途, 即数据处理与运算。把这两方面管理好, 系统就能确实起到支持决策的作用。模型库管理系统比数据库管理系统发展要落后一些。现在有一种趋势是把这两种管理系统合并起来, 譬如, 数据库管理系统既管理数据, 又管理模型。模型的管理与数据的管理都按照相同原则来进行, 即有一套模型定义语言(相当于数据库管理系统中的数据定义语言), 用以建立或产生模型, 有一套取用与修改模型的手续, 以及运用模型以取得所需的决策支持。在模型设计中, 有不少人把 APL 语言作为“模型定义语言”。这是因为:

- 1) 用 APL, 能很快地(几个小时内)把一个例行程序(模块)编制和调试出来, 这样就便于修改和重新组织;

- 2) APL 中有些语句进行数学或逻辑运算非常简炼, 若用 FORTRAN 或 COBOL 语言来编写, 就需要好几条语句;

- 3) APL 语言简洁、准确, 很少出错, 从而可减少调试与改错的工作量。但 APL 亦有其不利之处:

- 1) 它用抽象的符号语言, 比较难学。不过有数学分析头脑的人花一个月的功夫就能学会, 这就有利于模型设计人员用这种语言拟制模型。

- 2) 用这种语言编写和调试程序虽很快, 但其执行时间则较长。不过若决策者要求的重点在于使用方便与得心应手, 而不是运行效率的高低, 这个语言的长处就胜过其短处。

人工智能技术, 尤其是专家系统的发展将促进模型库管理系统的发展。专家系统中的推理规则就是为了进行分析和教人如何作决定的, 就是起模型作用的。在知识工程中, 推理规则(模型)是作为知识库一个组成部分。这就是把数据与模型均作为知识统一管理起来。关于所谓“知识管理”问题已有一些初步探讨, 但付诸实现供有效应用, 尚有待时日。模型管理方面最有希望可利用的手段与工具将是模型设计语言、现有子例行程序的扩充, 以及在某些情况下人工智能技术推理规则的应用。

(3) 用户与系统接口子系统: 这是系统中管理人机对话工作的部分, 较之数据库子系统与模型库子系统, 是比较不发达的一部分。数据库的组织与

管理是计算机科学与技术中最发达的分支之一，模型设计主要是运筹学方法的应用，是随着运筹学的发展而不断进步的。而人机接口问题在过去，由于计算机的直接使用者是程序员与操作员等专业人员，设计系统时很少考虑到使用方便与易于操作等问题，到了信息工艺发展到终端机或微型机直接供主管人员使用时，人机接口问题才得到重视，才开始研究如何使机器的使用易懂易学与易于操作。一个决策支持系统的能力、灵活性以及使用方便程度等方面的大小在很大程度上随用户与系统接口的功能而定。

用户与系统接口子系统包括三个组成部分：用户、显示终端机或微型机，以及相应的软件。这三者中作为决策者的用户是行动主体，显示终端机与软件都是为用户服务的，是人与系统打交道的手段与工具。显示终端机是这个子系统的硬件部分，有一个键盘供输入信息，以及一个显示屏显示输入信息和系统的响应或提示信息。微型机与用户接口的硬件部分也包括键盘与显示屏这两部分。这里所说的显示终端机，包括微型机在内，实际上不少系统中就是用微型机作为显示终端机的。

在这样的系统中，如在第五章中所介绍的，除传统的键盘外，还有光笔、鼠标器、跟踪球、操纵杆、触摸式屏幕等可作为人机接口工具。

用户接口的软件部分主要是人机对话语言问题。这可从操作命令语言和模型设计语言两方面来看：操作命令语言通常就是操作系统中人机对话语言。譬如，运行一个应用程序的使用“运行(run)”或“执行(execute)”，或者要求系统编译一个PASCAL程序的命令“编译PASCAL(compile pascal)”等等。现在操作命令发展的趋势是尽力使用户使用方便。而大型机的操作命令都是很繁杂的，例如，IBM360/370系统的操作命令“作业控制语言(jobcontrol language)”就很复杂，只有专业人员才能掌握和使用。微型机的操作命令就没有那么复杂，比较容易掌握和使用。尽管这样，普通用户仍需记住不少操作命令，“菜单”式的操作命令是把有关操作命令全部显示在显示屏上，就像点菜一样，让用户选择所需的操作命令。这样普通用户无需记住所有操作命令就可方便地使用。“菜单”式操作命令通常都是分层次的，顶层列出的都是几个主要的操作命令，下一层则为某一主要操作命令所包括的各项操作命令，如此等等。上述键盘以外的人机接口装置是硬、软件结合的产物，作为软件来看，它比“菜单”式操作命令更方便用户的使用。

综上所述，人与系统接口问题是个硬、软件的交叉问题，无论是硬件或是软件的发展，总的目的是一致的，即力求方便用户，易学、易懂和易掌握。决策支持系统基本上是人机交互系统，单有功能很强的数据库子系统与模型库子系统，而人机接口子系统却很弱，不能做到灵活、方便与有问必有答，这样的系统是很难推广使用的。因此可以说，人机接口子系统是整个决策支持系统中一个关键性的组成部分，整个系统能否有成效地被利用，就看这个子系统的好坏。人机接口子系统的研制问题，今后将是决策支持系统研制的主攻方向之一。

以上介绍了由数据库子系统、模型库子系统以及用户接口子系统三者所组成的决策支持系统的一种构架。本节开头也已提到目前已提出了不少构架，其中值得一提且宜作些说明的，即上面几次提到的智能支持系统。美国普渡(Purdue)大学几位学者在这方面已做了一些工作，取得了一些进展，应值得注意。这几位学者的研究是着眼于决策支持系统(DSS)的智能化与形式化，并已提出了一套形式化的智能支持系统。鉴于目前对于什么是决策支

持系统尚无统一的公认看法，他们提出了他们的看法，认为一个 DSS 包括三大组成部分，即一个语言系统 (LS)、一个知识系统 (KS) 和一个问题处理系统 (PPS)。这三大组成部分大致相当于上述用户接口子系统、数据库子系统以及模型库子系统，不过是用形式化程式进行了细微的描述，即用数理逻辑来表达关于数据和程序的知识。

整个 DSS 的构架都表示为较高的形式化程式。这种较高的形式化程式是一种数据逻辑，定义得能易于把 DSS 内容中的许多特性表现出来，从而为 DSS 的抽象描述提供一种理论语言。问题处理系统 PPS 是这种形式化中的演绎部分，知识系统 KS 提供这种形式化程式的一种语义结构，语言系统 LS 则为 DSS 与其环境之间的接口。用这种形式化程式，一个决策支持系统即可定义为一个四元组 (F, K, P, L) ，其中 F：为这个较高的形式化的某一特定语言；K：是 F 的一种结构；P：是一种定理证明机制；L：是一种分析程序，它将用户语言转换为形式化程式。

这个定义乃是上述三大组成部分的形式化。用 F 作为 DSS 的抽象描述；K 作为一种结构，即定义 DSS 的 KS 的一种特写的实现；L 相当于一个 DSS 的 LS 部分（用户接口）；而 P 则相当于 PPS。

用形式化程式来作为一个系统的理论基础是目前的一种趋势，在第二章中已讲过一些形式化的模式。就决策支持系统而言，这里提出的是此项研究中值得注意的几点：第一，KS 是把关系数据库模式加以扩充，以便统一处理数据和程序，在这里程序狭义地定义为一组可执行的编码，用以从一组输入值计算出一组输出值。程序即视为关系，而程序的执行则视为无组 (tuples)。第二，PPS 是一种定理证明程序，采用了人工智能中机械定理证明的解消法。总之，此项研究是值得注意的，它提出了智能的支持系统研究的一些初步成果，为人工智能的方法与技术的应用，提供了一些有用的思路与实现途径。

最后，简单讲一下决策支持系统与业务和管理信息系统在研制过程方面的重要不同之处：一个信息系统的研制一般要经过分析、设计、实现与维护四大阶段。例如，研制一个库存管理信息系统，分析阶段是根据用户或领导提出的各项项目的要求，分析从进库登记到出库登记、盘存登记、再订货登记与要求等方面的库存管理过程，找出其中不能满足要求的地方，把提出改进其功能或增加新的功能作为系统研制应达到的目标与要求。设计阶段是对如何达到这些目标与要求，提出具体措施，制定实现方案。实现阶段是把拟定的方案，通过硬件与软件的配置，使系统能正式运行。维护阶段是系统正式运行后的改错、修改与新功能增加等一系列的工作。

决策支持系统的研制很难严格地按照上述四大阶段来进行，或者说其研制过程很难严格地区分为这四大阶段。首先，决策是如何进行的，现在尚无一套统一的理论，它是靠决策人的判断、想象力、创造力、深思熟虑以及经验来作出的，这就和上述库存管理不同，很难或者说几乎不可能像上述进库登记、出库登记、库存登记、再订货登记与要求等等那样，把决策过程明确地列举出若干个环节来。其次，决策问题是所谓随机性的，即决策人所面临的情况是在变化中，有时变得很快。因此，在研制一个决策支持系统时，开始就很难明确地提出这个系统应当干些什么。这就是说首先用户或领导不能完全解释清楚究竟要决策支持系统为他干什么或提供什么样的具体信息或报表。这就不像库存管理信息系统那样，譬如，能明确具体地提出要求系统在库存低于某一水平时，立即发出再订货申请单。系统研制人员在此情形下也

就很难全面而清楚地列出系统的功能规格要求作为下一步进行设计的根据。

因此，决策支持系统的研制只能是一个反复迭代的试制过程：根据用户或决策者提出的粗略的要求，大致分析系统应干什么，由用户与研制人员共同商定先解决其中一个重要部分，着手设计出一个初步雏形来，然后配以必要的硬件与软件，把这个雏形系统实现出来，交用户或决策者试用，经过用户或决策者使用一段时期（例如是几个星期）后，即可根据用户意见，对这个雏形系统加以修改或扩充以及增加新的功能。如此反复迭代，一次又一次地进行分析、设计、实现与维护等过程，每迭代一次，系统就愈能满足用户的决策要求，最后形成一个相对稳定的系统，用以支持一系列的决策问题。这种反复迭代的研制过程也可称之为“适应性设计”过程，其中用户直接参与研制、随时迅速反馈是非常重要的，只有这样，才能保证研制出来的系统确是用户真正决策所需的。广义言之，决策支持系统本身就是一个适应性的系统，它必须随着时间的推移与情况的变化，修改和增减其功能，使信息技术的利用能不断适应情况多变的决策需要。

第四部分 信息系统的改善

我们讨论信息系统，研究信息系统，描述信息系统，其根本目的是要改善它。本教程的目的在于向读者提供一个基本框架，以便在实际工作中有计划、有步骤地去认识、改善、组织、管理客观存在的信息系统。本部分是为此目的而设置的。这一部分基本上以第三章中介绍的生命周期法为线索，依次介绍信息系统分析、设计、实现以及运行维护的方法要点。

第十五章 信息系统的分析

信息系统的分析是系统改善工作的第一步。其任务是在对信息系统现状充分认识的基础上，对于系统改造的目标与要求，作明确的、成文的说明。它包括目标的确定、可行性分析、调查、分析与成文五个步骤。

第一节 确定系统改善的目标

对于用户要求进行分析的必要性，人们是经过事实教育才有所认识的。至今仍有人认为，把要求或目标讲清楚是用户的责任。事实证明，这是不现实的，用户的初始要求与项目目标的确切陈述之间，是有相当大的距离的。

对于使用者（包括领导与管理人员）提出的初始要求，应从两方面去看待。首先，应用项目是为这些人服务的，满足他们的要求是整个项目的出发点和目标。而且，他们长期工作在领导岗位或管理工作的第一线，这些要求是他们在长期工作中总结出来的，虽然常常是直觉或感觉，却是第一手的宝贵的感性材料。因此，从事计算机或其他技术应用工作的人，必须认真听取，并且详细记录这些要求。另一方面，这些要求往往是含糊的，缺乏定量标准，主次不清地罗列在一起的许多问题，有待于我们去分析、整理和加工。这种情况的出现是很自然的，因为一般来说，使用者并没有计算机专业知识，他们并不了解计算机能做什么事情，不能做什么事情，更不了解为了把工作交给计算机做，需要把事情表达成什么样子。这是不能苛求于使用者的。特别在目前阶段，多数单位的信息系统并不是有计划地自觉地建立起来的，多数人员还没有信息系统的完整概念，如何表达及描述信息系统的工作还是一个很新的课题，只能由系统分析人员来承担。

对于决策支持系统，这个问题更为突出，由于决策模型比日常业务处理的模型更为复杂多变，灵活性更强，要明确地表述项目的目标则更不容易。

在这里，我们需要说明一下有界合理性的思想。当我们设想战略目标时，由于很难全面了解所涉及的一切因素以及达到此目标的所有不同途径，因此比较合理的办法是把系统的目标限制在较少的基本指标或目的上，因为只要这些指标或目的达到了，其他许多变化就有可能实现，用不着过早地限制或讨论其细节，过早地讨论这些细节不仅无用，而且由于许多情况难以预测，其结果必然是流于空想。抓住那些真正起本质作用的要点，合理地确定这些要点的改变步骤与改造方向，就是要求分析的任务。否则，我们承诺得越多，成功的可能就越小，用户的失望就会越大。这就是有界合理性的思想。

怎样明确项目的目标呢？一般来说可以从以下三方面去考虑。

（1）从含糊的要求中抽象出对信息和信息处理的要求。初始要求中，常常是把对人员、制度、物资设备的要求和对信息的要求混在一起提出来。我们在考虑信息系统的时候，应先把其他内容去掉，只留下对信息的要求。如果有的要求中既有对信息的要求，又有对其他方面的要求，则应该用抽象的语言把信息要求表达出来。

（2）对各种要求确定定量的标准。对于速度、时间等数量指标，必须经过调查研究确定具体的定量标准；对于质量等定性指标，也应该制定能够检查的比较具体的指标，例如能够输出汉字，能够画出哪几种图表等等。

（3）对于罗列出来的各种问题及要求，应认真分析它们之间的相互关系，根据实际情况抓住其中的实质要求。一般来说，这些罗列出来的问题之间有三种关系。第一种是因果关系，某一问题是另一问题的原因，只要前者解决了，后者就自然解决了，对于这类问题，说明目标时，只要抓住原因就行了。结果不必再提。第二种是主次关系，若干问题都需要解决。然而，在实际工作中，绝对平列的事情是没有的，在一定的条件下，总有一方面是当时的主要矛盾，我们必须根据实际情况，切实抓住使用者目前最急需解决的

问题，作为主要目标。第三种是权衡关系，某两项要求在实际工作中是矛盾的，此长彼消，此消彼长。这时使用者心目中往往有一方面是主要关心的，而另一方面则成为一种制约条件，要求保持在一定的可接受的范围之内。哪一方面主要的，在权衡中，双方可以接受的最低标准是什么，这都需要明确。

当然，要从以上三方面去明确问题就必须进行调查研究。这将在后面专门讨论。

为了说明这些问题，我们列出一个实例。这个实例在以后讨论中也还要多次提到。

某工厂有一条自动化的生产线，生产该厂的主要产品。但是这条生产线常常停产，因为零件供应不上。这个工厂的许多零件是由外厂（称为协作厂）供应的，与协作的关系是用合同形式联系起来的，这些合同由生产科的外协组负责签订、管理及监督执行。仓库负责保管这些零件，生产线上的工人到仓库领料时，由仓库里的工人登记开票，领料后将票交到仓库会计手中，由于会计兼任其他工作，每月月底才结帐一次。新的厂领导上任后，为生产线不均衡生产十分焦急，向技术人员提出要用计算机来管理零件仓库及合同，以扭转被动局面，其要求表达如下：

“通过计算机加强帐物管理及进出料计划管理，保证合理库存，压缩库存资金，最终达到保证均衡生产，获得经济效益的目的。”

这就是使用者提出的初始要求。

在这一初始要求中提出了六项要求：

- 加强帐物管理；
- 加强进出料管理；
- 保证合理库存；
- 压缩库存资金；
- 保证均衡生产；
- 获得经济效益。

显然，这六项要求中既包括了对企业生产组织和管理的要求，又包括了对信息的要求。不难看出，最后一条，获得经济效益，实质上是前面各项的最后成果，把这样笼统的要求列为项目目标是没有实际作用的。前面五项中能够直接导致获得经济效益的是第四条压缩库存资金和第五条保证均衡生产。从这里可以看出，压缩库存与保证均衡生产之间也是一种权衡关系。保证合理库存，只有在合理地组织进出料的条件下才能做到，也就是说当库存不足时，应及时组织进货，当库存积压时则应及时停止进货。而要做到这一点，关键在于及时结帐，以便随时都能掌握库存的情况。这样，整个目标集中到第一条——加强帐物管理上。

加强帐物管理既包括对物资的管理，也包括对信息的管理。例如，帐物不符，进货手续不健全，发料无严格规则，都和物资管理及管理制度有关，应配合加强管理等方面去解决。而帐目的及时结算和随机查询，缺货情况的及时报告则是属于信息处理方面的任务，它们可以通过认真的组织管理和利用计算机加以改进。

在实际调查中，我们发现这个工厂的资金积压并不是主要的，只要能够解决生产线因缺料停产的问题，工厂的亏损局面即可扭转，收益即可增加，全厂上下都关心生产线的均衡生产。由此断定，当前对这个工厂来说，主要

问题在于保证均衡生产，即库存不足而影响生产，进一步讲，就是在即将发生缺货情况下能够提前告知生产科，以便催货。压缩库存资金问题不是主要的。

为了取得定量的指标，我们了解了以下两方面的情况：最近期间的停产情况和催货所需的时间。近半年来，每个月发生停产最少4次，最多7次，每次停产时间短则4小时，长则两天。厂领导希望能够杜绝因零件供应不上而发生的停产事故。至于催货所用的时间，因协作厂的远近不同，最长的从派出人催货到货到厂里要7天。这样，我们得到这样两点定量的要求：因零件供应不上而造成的停产次数和时间应减为零，每种零件发生缺货应提前7天给出催货信息，并及时指明合同编号、有关协作厂和负责联系的人员。

这样，项目的目标就基本上明确了。在建立健全各项库房管理制度，加强合同管理制度的同时，要加强库存与合同的信息管理，做到库存信息准确无误，及时（每天）记录结算，能够随时查询，并定期（每天）给出缺料预报。

许多项目的初始要求，比上面的例子还要含糊些，这就更需要下一番功夫才能真正把项目的目标明确起来。

很明显，这些工作的基础在于对系统特点与具体情况的了解。然而，在项目尚未真正开始时，是不可能组织大量的人力物力来进行调查和收集资料的。因此，从事要求分析的人员需要充分利用已有的经验进行类比与估算，这正是要求分析的主要困难之处。

第二节 可行性分析

在项目目标已经确定，对系统的基本情况又有所了解的情况下，系统分析人员就可以开始对项目进行可行性分析。

可行性分析的意思是根据系统的环境、资源等条件，判断所提出的项目是否有必要、有可能开始进行。当然，作出这一判断是以目标的明确与定量化为前提的，没有明确的可以定量检查的目标，是无法进行可行性分析的。

所谓可行性应该包括必要性和可能性两个方面。

没有必要性的项目是不应该开始进行的。一些单位的计算机应用项目开展不起来的重要原因之一就是领导和管理人员没有紧迫感。这里的原因并不是计算机不能用于这些单位，而是这些单位把计算机应用作为一项与日常管理无关的外加的负担来看待，而没有把计算机应用和解决他们自己天天从事的管理结合起来。除了其他原因之外，不理解计算机的作用，不了解计算机是作为管理的工具而推广应用的，把它与日常工作割裂开来是一个重要的原因。一般来说，没有迫切的需要，勉强地开展计算机应用或其他新技术，是很难取得好效果的。

可能性可以从三个方面去分析。

(1) 从技术上来考察。这就是分析所提出的要求在现有技术条件下是否有可能实现。例如对加快速度的要求，对存储能力的要求，对通讯功能的要求等等，都需要根据现有的技术水平进行认真的考虑。这里所说的现有水平，应是指社会上已经比较普遍地使用了的技术。不应该把尚在实验室里的新技术作为讨论的依据。

(2) 从经济上来考察。这包括对项目所需费用的结算和对项目效益的估算。这是非常重要的，如果忽略了，就会造成巨大的损失。在估算的过程中常常把费用估计低了而把收益估计高了，这是因为人们在考虑问题时经常忽略了一些重要的因素。以计算机为例，人们在考虑费用的时候，常常是只考虑了主机的费用，而低估了外围设备的费用；只考虑了硬件的费用，而低估了软件的费用；只考虑了研制系统时所需要的一次性投资，而忘记或低估了日常运行的经常性费用（如备件、软盘、打印纸等）；只考虑了设备材料等物的费用，而忘记或低估了人员技术培训的费用；只考虑了存储和加工信息的计算机，而忽视了与它配合工作的数据收集设备与数据传输设备。所有这些都使人们低估了改善信息系统的费用。另一方面，对于项目的收益，人们往往把引进计算机后所增加的信息处理的能力，与实际发展出来的效益混为一谈。必须明确，当我们引进计算机或其他新技术的时候，只是使信息系统和某一环节增加了处理的能力。例如，我们用计算机代替手工生成表格，把原来要用 10 小时能完成的制表任务在 10 分钟内完成，能不能说我们就一定能把效率也提高 60 倍呢？不能。因为制表任务是整个信息系统中的一个环节，它的前后都还有许多其他的工作。例如前面的数据整理和准备工作，后面的结果分发工作等等。原先，由于制表任务花费人力太大，其他环节的弱点没有暴露出来。当这一环节采用新技术之后，这里不再是系统效率的“瓶颈”了，其他环节的限制就暴露出来了。例如，制表前的数据整理和准备工作需要 5 个小时，那么计算机也必须等待 5 小时后才能打印一张报表，实际上整个系统的效率只提高到原先的两倍，而不是 60 倍。这种情况是很常见的。因此在估计费用及收益的时候必须注意到这一点。

(3) 需要考查各种社会因素,才能确定项目是否可行。由于信息系统是在社会环境中工作的,除了技术因素与经济因素之外,还有许多社会因素对于项目的开展起着制约的作用。例如,与项目有直接关系的管理人员是否对于项目的开展抱支持的态度,如果有各种误解甚至抱有抵触的态度,那应该说条件还不成熟,至少应该做好宣传解释的工作,项目才能开展。又如,有的企业的管理制度正在变动之中,这时信息系统的改善工作就应作为整个管理制度改革的一个部分,在系统的总目标和总的管理方法制订之后,项目才能着手进行。又如,某些工作环节的工作人员的文化水平比较低,在短时期内这种情况不会有根本的变化,这时如果考虑大范围地使用某些要求较高文化水平的新技术,那是不现实的。所有这些社会的因素、人的因素均必须考虑在内。

总之,我们需从以上三个方面来判断项目是否具备开始进行的各种必要条件,这就是可行性分析。

初步调查、明确问题和可行性分析的结果用可行性报告的形式编写出来,形成正式的工作文件。

这个报告是非常必要的。因为我们把项目的目标用我们的语言表达出来,并按照我们的理解把它明确化、定量化,列出优选顺序并进行权衡考虑,这些是否符合使用者的原意,有没有偏离使用者的目标,都还没有得到验证。虽然,我们是尽力去体会使用者的意图,但是,由于工作背景和职业的差别,仍然难免发生一些误解与疏漏。因此,与使用者交流,请他们审核我们的工作成果是十分必要的。

可行性分析的判断及论证也同样需要使用者的认可。对于系统的资源及外部联系,使用者本身最了解,只是他们一般还没有用概括的语言把这些表达出来,我们的表达是否正确和确切,同样需要得到使用者的认可。

可行性报告的内容包括以下几方面。

(1) 系统的简述。尽量简明扼要地说明与本项目有关的各种情况及因素,特别是和信息系统有关的内容。

(2) 项目的目标。这是已经经过分析,并且已经明确了、定量的目标。

(3) 对项目的可行性所做的判断,以及从各方面充分地论证这一判断。

可行性报告的结果并不一定可行,也有可能是得出目前条件下不可行的结论,这是完全正常的。如果限定必须证明可行,那么可行性分析就没有意义了。甚至可以说,判断不可行性比判断可行性的收获还大,因为这就避免了巨大的浪费。如果把大量的人力物力投入一个客观条件不具备,事先就认定是劳而无功的项目,其损失是难以预计的。另外,也有可能作一些局部性的修改,例如修改项目目标,追加某些资源,等待某些条件的成熟等等。

对可行性报告的讨论是研制过程中的关键步骤,必须在项目的目标和可行性问题上,和领导及管理人员取得一致的认识,才能正式开始项目的详细调查研究。为了做好这一次讨论,在条件许可的情况下,可以请一些外单位的参加过类似系统研制的专家来讨论,他们的经验以及他们局外人的立场都有利于对于项目目标和可行性作出更准确的表达、判断与论证。

可行性报告讨论通过之后,系统分析的第一步工作即宣告完成。

可行性报告通过之后,项目就进入了实质性的阶段。总的来说,首先是进行逻辑设计,即提出系统改造的逻辑模型,然而,大量的工作在于调查研究。因此在以下三节中,我们将分别讨论系统调查、分析和方案的形成。

第三节 对现行系统的调查

调查研究需要做大量细致的实际工作，是一个相当长期的过程。在这个过程中，人们的头脑也在逐步形成对旧系统中的问题和缺陷的认识，因而，改进的方法和新系统的逻辑模型也就逐步形成了。当调查研究完成之后，人们已经形成了新系统的逻辑模型，这时所需做的只不过是把这个模型整理成文并明确地提交讨论就是了。

这次调查研究的原则，按照其目标的需要，可以归纳为以下三点。

(1) 从具体系统的现状出发，逐步得到抽象的对系统中信息处理工作的理解。

(2) 分析与综合相结合。即首先分析现行系统，充分了解它的各部分的细节，然后综合起来，了解各部分之间的关系，两者互相结合，以形成对系统的完整了解。

(3) 为了使调查研究所得到的对系统的认识，能及时向管理人员展示，并得到他们的核准及认可，需要一套简明易懂的表达工具。这套工具应该能够从各种不同的角度描述出系统中信息处理工作的现状，并且很容易让管理人员和非计算机专业的其他人员理解。

根据这些原则，我们可以通过绘制一图表来收集信息、整理资料。下面介绍一些常用的工具。

一、绘制组织结构图

表达一个部门或单位的组织结构，最直观的办法是用图来表示，因此，我们的第一件工具就是组织结构图。

组织结构图的含义是：把所需要了解的组织（部门、企业、事业单位等等），分解为若干部分，并把它们之间的行政隶属或管理与被管理的关系用各部分之间的连线表示出来，这样形成的示意图就称为组织结构图。

各种不同的组织，其结构形式也会有许多不同的情况。例如，层次式的结构，网状的结构等等。同样名称的一些科室在不同的单位中，所处的地位可能是很不相同的，有的能领导车间，有的则不能，只是担负收集数据向厂长提供，如此等等。在画组织结构图时，我们需要详细了解这些关系，以形成对组织结构的总体概念。组织结构图的最初轮廓一般是可以从单位领导那里直接得到的，但是要真正弄清楚单位中的实际隶属关系，这只是一个开始，如双重领导、协助管理、联合工作等不确切的含义，都需要实际调查了解才能真正弄明白。图 15.1 就是我们前面所举实例中的工厂的组织结构图。限于篇幅，我们只画了与我们的目的有关的一小部分。在实际工作中，往往重点地画出与问题有关的部分，其余部分则粗略地指出即可，例如图 15.1 中的行政科等部分。

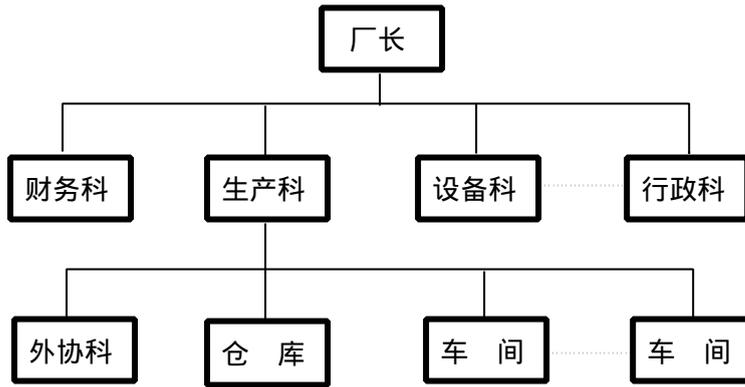


图 15.1 组织结构图

弄清行政隶属关系并不是我们的最终目的，我们的目的是要弄清组织中信息处理的详细情况。组织结构是信息系统工程的背景和舞台，我们从组织结构入手，以便全面地了解信息系统的工作过程。因此，在基本弄清行政隶属关系之后，还应该扩展一步，在组织结构图上补充信息流动情况。由于信息流常常与物资流、资金流结合在一起，所以还应该把物资和资金的流动情况也补充进去。如图 15.2 中所表示的那样。当然，这里只是画了很少的一部分，实际上各种流还要多得多。在实际工作中，往往是集中于与项目目标有关的内容上。不过，在调查研究的开始阶段，在对系统情况尚未全面了解之前，主要是防止遗漏的问题，因此，在草图上宁可多画一些以后再精简，也不要遗漏可能有闲的情况。在这里要注意两点，首先，对于和行政隶属不一致的渠道，应给予特别的注意，这往往是易被忽略和遗漏的。其次，对于与物资流、资金流混在一起的信息流，应加以区别和指明。总之，在这里的主要要求是避免遗漏。

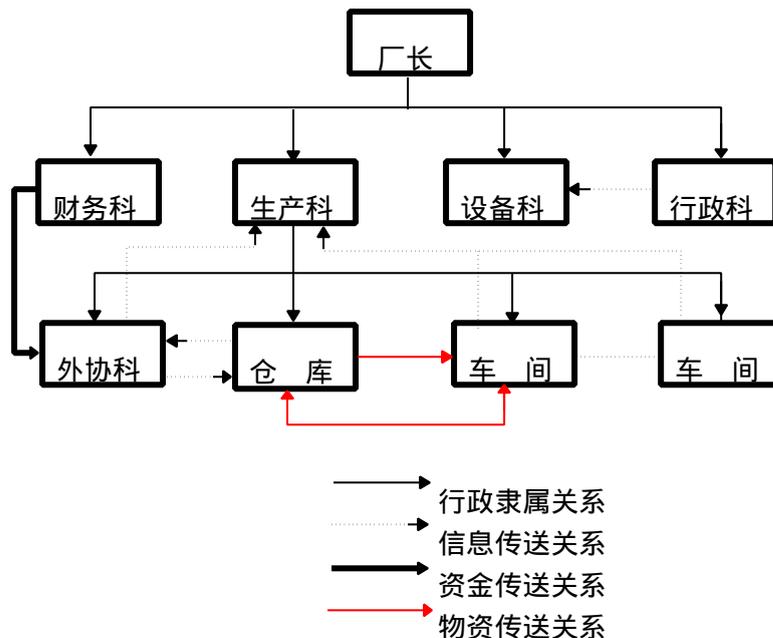


图 15.2 扩充的组织结构图

画这个图的目的在于，首先从系统总体上了解信息流动的粗略情况，抓住与本项目有关的信息流集中的部分，以便为下一步的现场调查确定目标。

因此，画组织结构图的过程是系统分析人员自己逐步了解系统情况的过程。画图是一种手段。在画组织结构图的时候，需要和担任实际管理工作的人员交流，这是为了让他们指出图中的遗漏和错误，以校准系统分析人员的认识。如果把这一任务完全交给管理人员做，那就失去了意义，也是达不到目的的。如果当作系统分析人员向管理人员发号施令，那就更是本末倒置了。在这一阶段，系统分析人员的中心议题应是“系统现在的情况是怎桂的”，而决不应该抱着“系统应该如何如何”的态度。

二、绘制现场工作流程图

在确定了需要重点了解的部门之后，就需要集中力量把这些部门的信息流动情况调查清楚。正如前面已讨论过的，我们应从具体的情况入手。工作现场的情况则是最具体的第一手材料。为了把工作现场的情况详细弄清，并记录下来，我们仍然采用图示的方法。最简单易行，又便于和实际工作人员交流的办法，就是把工作现场的平面图画出来，追踪典型的业务，把它的工作流程如实地画在平面图上，这就是现场工作流程图。

以实例中的仓库为例，我们来说明现场工作流程图的画法和作用。图 15.3 就是现场工作流程图。

图中首先画出了仓库的平面图。仓库占了大部分面积，办公室有两间，一间是发料的库工所在的房间，车间工人来这里领料。另一间是仓库主任、会计、统计员的办公室，除了出入门及柜台。办公桌以外，由于有些单据、帐本与信息处理直接有关，还画出了存放单据或帐本的文件柜。圆圈表示工作人员，三角形表示要处理的业务事项。

仓库的业务分两部分：发料业务处理和月底结帐。

发料是日常的业务工作，由库工完成，每天不断地进行。我们只要到工作现场，与从车间来领料的工人一起，从头至尾经历一次领料的全过程，我们就可以把发料这种业务的处理方式记载下来，再画在准备好的平面图上。在图 15.3 上用虚线表示出来，其步骤如下：

- (1) 由领料人填写领料单；
- (2) 库工接收并复核领料单；
- (3) 库工取出所领材料，发给领料人；
- (4) 库工把领料单存入文件柜留底。

另一项业务是月底结帐，每月月底进行一次，我们同样可以跟着会计、统计等管理人员做一遍。这样我们就可以记录下如下的工作步骤：

- (5) 会计从库工那里取来当月的领料单据，汇总并更新库存帐目；
- (6) 统计员根据单据和帐目做出有关的统计报表；
- (7) 主任审核各种统计报表；
- (8) 收发人员把表分送有关领导及科室。

从这个简单的例子中，我们可以看到，现场工作流程图是一种记录业务处理过程的有力工具。由于它是以具体工作场所的平面图为背景，所以从事实际工作的管理人员感到很熟悉、很亲切、易于审核、易于交流。系统分析

人员在这里的任务也很明确，即如实地记录实际工作的流程，这是很具体的，比较容易做到的，适于作为详细调查工作的起点。

以这张图为基础，我们还可以调查和记录各种定量的指标，例如：

- 每项业务处理所用的时间；
- 每项业务处理中，每个工作环节所占用的时间；
- 每日业务的数量；
- 各工作环节上，工作人员的数量及他们的忙闲情况。

当然，这些指标都应包括平均情况、最大值和最小值。在调查的短暂时间内，只能了解最一般的情况，为了得到完整的数据，除了在工作现场观察和记录之外，还需要与工作人员交谈、查阅历史资料等。

另外，在调查中，还可以了解到一些定性的情况，例如：

- 哪一个环节比较薄弱，经常发生堵塞情况（即“瓶颈”在什么地方）；
- 哪一个环节出错比较多，常见的错误是什么；
- 上级及有关部门或人员，对这一部门的工作是否满意；他们的主要评价指标是什么；对改进这一部门工作的要求如何。

所有以上这些定量及定性的调查结果应该和现场工作流程图一起，详细而确切地记录下来。这是我们进一步分析的依据，是主贵的第一手资料。

现场工作流程图对于面向大量例行业务的操作级的管理工作比较适用，而对于面向高层领导的，以支持决策为主要目标的高层管理工作则不大有效。在后一种情况下，应以目标分析为主，即把总的系统目标、决策内容、权衡标准作为分析的主要对象。本书主要讨论基层信息系统的研制，因此，这里不作深入讨论。

三、事务工作分析和实体生命周期分析

现场工作流程图记录了业务工作的实际流程。然而，由于在实际工作中，信息处理的工作量和大量的其他工作混在一起，信息流和物流、资金流等也常常是混在一起的。我们不从具体工作现象入手，就很难充分掌握各种必需的基本材料与数据。在我们画出了现场工作流程图，并且收集了有关的各种定量的和定性的材料之后，就应该着手把信息处理工作抽象出来，把它与物流等其他因素区分开，以便从信息系统的角度，进行分析与改善。这就要进行事务工作分析。

所谓事务工作分析，是指把一项业务的处理过程抽象地加以描述，脱离其具体的工作场所和实现手段。为了进行事务工作分析，我们首先规定一些记号，用来表示信息处理工作中常见的各种工作环节。例如制表、核对、保存、誊写等等。各种不同的业务部门，这些记号自然会有很多区别，各种文献对此也有不同的表示方式。我们没有必要拘泥于某一家某一派的规定，主要是根据本行业本部门的具体情况，把业务工作合理地分类并给予简单的记号。这些记号不宜过多，以免涉及过多的具体细节，一般不要超过 15 种。因为我们用这些记号来描述业务工作并与管理人员交换意见，如果记号大多太复杂，就很难达到这个目的。

与事务工作分析图类似的另一种图表是实体生命周期图（entity life cycle diagram）。这种图的思路是，把一笔业务当作一个实体，从它进入系统开始，到处理完毕要经历若干阶段，它的状态要发生若干次变化，把这个变化过程用图形表示出来，就是实体生命周期。

这两种的画法虽各有不同，其逻辑含义却大同小异，此处不再详述。

上面讨论的三种图表，在调查研究中起着收集基本素材的作用。工作虽然十分具体琐碎，但却是十分重要的，以后的分析都要用到这些素材。这些图表的绘制，工作量相当大，常常需要调集一些辅助工作人员，一起收集和整理。这里特别需向参加工作的所有人员说明，这些图表的绘制完全是为了了解情况，为了使我们系统有充分的正确的理解，画图的过程是我们向业务人员学习，不断加深认识的过程，决不能认为画这些图表是具体业务人员的责任，而向他们派任务，这是绝对做不好工作的。从事具体管理工作的同志，一般来说并不了解计算机能做什么或不能做什么，也没有信息系统的一般概念，把具体信息处理工作中的处理方法及原则抽象地表达出来，这正是系统分析人员的任务。有些同志认为，应该由管理人员把要求完全讲清楚，即讲到具体指明计算机做什么和如何做的程度，才能由计算机工作人员去具体实现。这种想法至少在目前是不现实的。也正是因为这种情况，需要有系统分析人员作为管理人员和计算机技术人员的桥梁，这是当前许多单位所缺少的。

在比较大的系统中，系统分析人员及其助手不可能直接到所有部门去进行调查，这时应从两方面想办法。首先，根据初步了解及对组织结构的调查，选准最急需最迫切的部门，进行重点调查，把有限的人力放到关键的部位。其次，通过发调查信或调查表的办法，收集面上的情况。这种调查信或调查表可以分为业务处理调查和信息调查两类。前者调查各部门所处理的业务的种类、数量、方法等等；后者调查各部门处理的信息的种类、格式、数量及其他各种属性。这样采取点面结合的办法，就能够取得比较完整的资料。当然，在面上调查时，会发现某些部门的情况比较复杂，光靠一般的了解不能弄清，这时还要进行进一步的现场调查，因此，调查不是一次完成的，而是需要多次反复，逐步完成。

四、数据流图

在前面调查的基础上，我们需要对资料进行综合分析，其主要工具就是数据流图。数据流图只用四种记号：数据流、数据存储、数据处理及外部实体。图 15.4 所示的就是这四种记号。

(1) 箭头表示数据流。它是指各种各样的信息的传输，包括数据的传递、抽取、存入等等，在物理实现的手段方面，它可以包括报表的传递、电报、信件、电话的收发、计算中各种磁性介质材料的传送以及使用。总之，这个箭头表示的含义是十分广泛的。

(2) 数据存储的含义是十分广泛的，它可以指帐本、记录本，也可指计算机中存储的各种文件及数据库。

(3) 数据处理的含义包括任何一种对信息的加工，例如，排序、算术运算、逻辑判断、统计分析等。它既包括手工的加工处理。也包括使用计算机的加工处理。

(4) 外部实体是指在系统之外的、与系统有信息交流的部门或人员。它们的情况及属性可以是非常不同的，对于系统而言，它们是信息的来源或去向。

利用这些记号，依据前几节介绍的各种图表所记载的素材，我们可以着手绘制数据流图。

由于系统比较复杂又是多层的，不可能一次把所有问题描述清楚，我们采取自顶向下逐步分析的方法来绘制数据流图。

首先，我们把系统看作一个整体，或一个总的数据处理模块，只要指明它和各有关外部实体之间的信息交换关系就够了，暂时不去考虑它内部的各种信息存储、信息处理及数据流。这样，我们就得到了最粗略的，或者说最顶层的数据流图。根据这样的想法，我们实例中的系统中可用图表示出来。通过图 15·5 表明，这个系统与三种外部实体有数据交换关系，图中的五个箭头的含义为：a. 合同及送货通知；b. 合同及催货单；c. 发料单据；d. 领料申请；e. 汇总及统计报表。

这样一个简单的数据流图当然不能反映系统的全部情况，然而，它是一个对系统的高度概括的描述，它揭示了这个系统的环境，它和环境的关系，它的总功能。这些是我们考虑一个系统时必须首先考虑的制约因素。

为了更详细地描述系统的状况，我们需要把图中的总功能模块进行分解。分解的第一步，是按工作的部门划分。在我们的例子中，分为由外协组和仓库。因此，我们可以把总的功能分成合同管理和库存管理两大模块。进行这样划分之后，我们可以看到，马上就有许多问题需要我们明确。这些问题包括：

- 上一层图中和各外部实体间的数据交换应落实到哪一个模块上；
- 这两个模块之间的数据流是怎样的；
- 在这两个模块之间的数据传输中有些内容需要临时或永久存储。

如果我们在前一阶段已经积累了足够的素材，回答这些是不困难的。在我们的实例中，很容易看出，厂领导和车间并不直接和合同管理相联系，而是和库存管理打交道，而外协厂主要是和合同管理交换信息，只有送货通知是送交库存管理的。这样，第一张图中的五个数据流就分别落实到这两个模块上，b, c, d, e 的内容同前，a 的内容分为两部分，合同是送交合同管理部分，而送货通知则送交库存管理部分，前者用 a 表示，后者用 a 表示。

两部分之间的数据传输关系是这样的：外协组签订的合同需要供仓库使用，因为接收货物时要查对，当库存管理部分在发料时发现缺货时，就向合同管理部分发出要求催货的信息。这两者的处理情况是有区别的。合同从签订到到货是有一定时间间隔的，而且可能是一次订货分期付款。在这种情况下，用一个箭头是无法清晰地表达其中的复杂情况的。事实上，从信息处理的角度讲，这里需要补充一个中间的，与两个处理模块都有关系的数据存储部分，即合同的档案，或合同的登记册，而库存管理部分则在到货时从中查找有关的合同，并登记到货数量及日期等信息。催货申请则是同步的动作，库存管理部分提出订货申请后，合同管理部分填写催货单，发出催货单，因此并没有中间存储的问题。事实上催货申请只是一个电话，或库工的口头要求，并没有存储起来。这种情况下用一个箭头表示就够了。

这样，新增加的系统内部的数据流就包括了：f. 新合同登记入册；g. 根据送货通知查找合同；h. 登记到货日期及数量；j. 催货申请；j. 根据催货申请查找合同。

图 15.6 就是以上分解的结果。从方法上讲，这里要注意两点。

(1) 数据流的意义必须明确，即每个箭头的出发端和终止端应有同样的解释。从内容上、含义上、查我方式上都应一致，否则就可能出现各种各样的问题。当然，这种情况的出现常常是由于遗漏了中间的数据处理模块或数据存储模块。上面的例子中如果从合同管理向库存管理直接画一个箭头，那就是遗漏了数据存储。

(2) 数据存储的添加，应限于各功能模块的接口处。各功能模块的内部，为了其自身处理工作的需要所设置的数据存储一般不急于添加进去。因为这里还是比较粗略的分析。而且，各功能模块内部的数据存储一般不影响全局，我们只要抓住这个模块的输入输出，就能使它与整个系统协调一致地工作。在分解的每一个层次上，我们都把注意力集中在该层次的各个模块之间的关系上，而把各个模块内部的情况，包括处理机制及信息存储，暂时置于不顾，即把它们看作“黑匣”。这对于我们有步骤地、有层次地认识一个复杂系统，是一种行之有效的办法。

下一步的分解是按业务区分。根据我们的调查，合同管理和库存管理都包括几项业务，合同管理包括签订合同及监督执行（即催货），库存管理包括进货、发料和月底结帐。我们可以把第二层数据流图中的两个功能模块进一步分解成五个与各项业务相对应的功能模块，这样就得到了图 15.7 的第三层数据流图。我们可以和上一层一样，对于每一个箭头和每一个功能模块进行详细的分析。例如，我们至少能发现，在月底结帐时，也有可能提出催货申请，那么，图 15.6 中的 i 实际上又可以分为两部分： i_1 和 i_2 ，而图 15.6 中的 e 是分送厂长与生产科长的，也可以分为 e_1 和 e_2 两部分。通过对库存管理中各项业务的分析，又增添了两个数据存储和五个数据流。这两个数据存储是库存总帐和发料流水帐。这五个数据流是： k ，进货登记； l ，发料查库存； m ，发料时存的领料单； n ，月底结帐时处理领料单； o ，月底结帐时更新库存量。

这样，我们对系统的描述又细致了一步。

这时图中的每一个模块，都是一项单独的业务了。如果我们前面已经有了各项业务的事务工作分析图，那么进一步的分解只不过是把事务工作分析图中的内容进一步抽象，并填入数据流图。这样，我们就可以得到如图 15.8 的第四层数据流图，限于篇幅，我们就不再对图中的数据流和数据存储进一步分析了。

按照这样的方法，我们可以继续分解下去，直到所需要的详细程度。分解的终点应按具体情况确定。一般来说，为了进行信息系统的分析及改造，应该在图上表示出所有重要的数据存储，同时，每一个处理模块的任务及处理原则应该能够用简便明确的语言具体表达出来。对于比较大的系统，为了能够看清楚整个系统的全貌，模块的划分可以粗一些，而把细节用局部的较详细的数据流图描述，即用一套有分有合的图来描述系统。

在绘制数据流图的时候，常常容易忽视的是各种错误情况及意外情况的处理。任何一个系统中，处理正常的业务总是比较容易的。如果我们在描述一个系统时，只描述了其中正常业务的处理过程，那么只算是描述了不到一半。错误情况和意外情况虽然很少出现，但是情况却是多种多样的，正常的情况则只有一种。作为系统必须处理的输入信息，每一种错误的输入和正确的输入是处于同地位的。我们决不能因为错误和意外情况只占百分之一而忽视它们。对于各种错误及意外情况的识别、区分及处理，在各类系统中都占有十分重要的位置。在调查研究中，人们往往只调查和记录下来正常业务的处理过程，而忽略错误及意外情况的种类、出现频率、危害程度与处理方法。当我们把手工处理转变为计算机处理时，原系统中靠工作人员的经验或灵活性掩盖起来的不严密之处，就都会暴露出来，从而影响系统的正常工作。对于错误及意外情况的处理就属于这一类问题。因此，系统分析人员的重要责任就是掌握并确切地表达出积累于有经验的管理人员头脑中的处理原则及方法。

当然，任何系统没有必要也不可能处理所有的错误及意外情况，因为实际中的错误种类大多，而出现的频率又极不相同。因此，正确的做法应该是根据调查研究得到的素材，按照出现的频率程度及对系统影响的大小，选择最主要的几种错误情况及意外情况，描述其处理过程，对于其他各种情况则以“否则”或“其他错误”而加以统一的概括处理。例如“停止工作，显示错误信息，等待手工干预”。对于一些危害性不大的错误则可以忽略不计，继续运行。

总之，要注意错误及意外情况的处理，而做好这一分析的基础在于对系统进行调查时所收集的各种有关信息。

最后完成的数据流图是十分复杂的，应该有步骤地对所完成的图进行复核、誉清。复核可以从以下几方面去进行：

(1) 检查有关的外部实体。与系统有关的所有外部实体是否都已画入图内，每一个外部实体与系统的数据交换（包括送入系统的与由系统送出的）是否有遗漏，这些数据交换的流向是否正确，即直接和哪项功能或数据存储相联系，每个箭头的内容是否明确。

(2) 检查各个数据存储。看这些数据存储是否确实需要，是否都有相应的处理模块把信息送进去，进行修改、调用内容等等。一般来说，每个数据存储都应该“有进有出”，即有数据流入它，也有数据由它流出来。如果发现某个数据存储是“有出无进”，就需要认真检查，因为这种情况是比较少见的，只有一些固定不变的索引、目录之类才可能出现这种情况，这些文件是系统研制时已经建立好的（如果这些目录和索引还需要修改的话，那也就需要有“进”了）。这时需要检查是否遗漏了数据流。至于“有进无出”或“无进无出”，那就更需要认真检查，如果不是在调查中遗漏了数据流，那就是找到了信息系统的毛病——信息资源没有得到充分利用或存在多余的没有必要的数据存储。

在对数据流进行复查时，主要是检查每个数据流的内容是否明确，同时要检查数据流的首尾两端在内容、时间、格式及表达方式上是否一致，在这种地方往往容易发现遗漏的数据存储或数据处理模块。在数据流图上虽然并不算出各个数据流的各种定量指标，但是在复查时可以顺便检查这些数据是否已经收集齐备，这些在以后都是要用到的。

对于各个数据处理模块，主要是检查是否已经确切地规定了它们的功能，然后判断它的输入和输出是否已经明确规定，有没有遗漏，即为了进行这一处理，所需的输入数据是否已经齐备，它处理所得的结果是否都已经送往适当的地点去继续处理或存储起来。

这一复查工作是不能闭门进行的，应该尽量与用户见面。数据流图与前几种图不同，它不是从用户那里调查来的第一手原始材料。它已经过了系统分析人员的分析和加工。从好的方面讲，它更反映实质，更加全面地反映了系统的全貌；从不好方面讲，它有可能掺杂了系统分析人员的主观想象，而偏离了实际情况。由于数据流图是描述系统的逻辑模型的最主要的工具，由于它将成为以后进行讨论、分析、提出改善措施的主要依据，因此，这一复查是十分必要的，必须认真进行。对于领导和各类管理人员，应该把与他们工作有关的信息系统状况提交给他们审阅，得到他们的补充、修改及认可，否则就有可能发生偏差。

数据流有两个明显的特点。第一是它的抽象性。它的高度抽象的图例记号使它能够舍弃具体的工作场所、处理手段、信息介质，从而把信息的流动与处理的过程跟物质的流动与处理完全分开，这就给信息系统的评价和改善创造了条件，打开了视野。第二个特点是它的综合性，它不是描述单项业务的处理过程，而是描述整个系统的综合流程。因而，从这个图上可以明确地看出各项业务的联系和相互制约的情况，各种数据存储的建立、更新及使用情况，从而给人们以整个系统的总体概念。

由于这两个特点，数据流图在调查研究的各种工具中占据了特殊的重要地位，必须认真地画好。

五、数据分析及数据字典

数据分析的目的是把数据流图中未能详细表述的，有关数据的各种材料进行汇总整理，以便得出具体的完整的认识，以备后用。

数据分析最主要的工具是数据字典。数据字典是一种表格，它把系统中有关数据的各种信息汇总起来，并把数据之间的关系表示出来。

数据流和数据存储都是组项，即是由更小的数据单位（子项或基本项）组成的数据。例如，库存总帐，其内容包括零件号、零件名、生产厂家、数量、单位和单价。这样库存总帐中的每一条就包括六个基本项，即不能再分割的具有逻辑含义的最小的数据。有时，组项所包括的各项中还有组项，还可以进一步分解。例如，人事档案中的地址一项，就可以进一步分解为城市名、区名、街道名、门牌号四个基本项，这样，地址也是一个组项。

在数据字典中，组项和基本项的内容是有所区别的。

对于组项，首先要指出其组成，即它包括哪些子项。这些子项可能是基本项，也可能是组项。组项中包括数据存储与数据流，也包括由它们分解而得到的低一级的一般组项。编写数据字典时，可以先从数据存储开始，因为数据存储比数据流少，而且它处于各项业务交点，它的组成比较复杂（我们可以采取对数据流图中出现的各种记号进行编号的方法以防遗漏）。把数据存储列举齐备之后，再列举数据流。当这些都列举出来之后，再找出它们分解成的子项中的所有组项。等到所有的组项都分解成了基本项，我们就可以把所有涉及到的基本项再罗列出来。这样，数据字典的基本轮廓就有了。

由于基本项是数据的基本单位，我们需要严格定义它们的类型（数字、

汉字还是英文)、长度(一般按字符计算)、数量(指不同值的个数)。此外,还需要确定这些数据的值是在什么地方取得的,在哪些组项里存在,它的值是否经常变化,是否经常使用,在系统中的重要性如何。

此外,各个环节上数据的处理量有多大,也应在相应的数据后面标明。这里所说的处理量自然也要包括最大情况、最小情况及最经常出现的情况三个数值。

最后,数据的别名、编码方法、错误类型、错误率等有关信息也应记录在数据字典中,当然,这些并不是每一项数据都有的。

总之,关于数据本身的各种信息,应该尽可能地完整地汇总起来。

表 15.1 和表 15.2 就是在我们的实例中,数据字典内容的一部分。数据字典的编写是一件十分繁重的工作,需要花费相当的人力。在编写中主要是依靠前面的调查工作所积累的原始资料。如果在编写中发现有重要的遗漏,则应该回过头去继续调查。

由于数据字典的编写十分繁琐,目前国外已有比较成熟的数据字典管理软件,可以帮助人们自动生成及编排数据字典。国内在这方面的的工作也已开始,相信不久就会有成熟的软件提供使用。

除了列出数据字典这一基本工具之外,还可以利用其他工具帮助我们进行数据分析。例如,我们可以借助数据库理论中的规范化方法来分析系统中数据存储的情况,以指出存在的问题及改进的途径。如果能首先进行规范化,数据字典的编制将更便于进行。规范化方法是数据库理论的内容之一。其基本思想是用数理逻辑的方法指出数据存储中的不合理现象,并指出消除这些不合理现象的途径与方法。我们在这里不可能介绍规范化的严格理论,而只能通过例子,作一极其简单的介绍。

表 15.1 数据字典之一——组项

项目	组成	类型	发出地	存储者	地点
到货通知	零件名 生产厂家 数量 单位 单价	数据流	外协厂	库工	仓库
领料单	车间名 领料人 零件名 数量 日期	数据存储	领料人	会计 统计	仓库
库存总帐	零件号 零件名 生产厂家 存量 单位 单价	数据存储	领料人	库工 会计 统计	仓库
合同	编号 厂名 厂家地址 零件号 数量.....	数据存储	外协厂 外协组	外协组 仓库	外协组
地址	省市名 区县号 街道名 门牌号	一般组织			

表 15.2 数据字典之二——基本项

数据项目	类型	长度	数量	变动情况	使用情况
外协厂名	汉字	<20	<50	基本不变	经常
零件编号	整数	<4	<200	基本不变	经常
库存量	整数	<6	<200	经常变动	经常
零件类别	汉字	<10	<30	基本不变	不经常
零件单价	两位小数	<10	<200	有时变动	财务使用

图 15.7 中列出了四个数据存储项，假定经过调查，在数据字典中给出了它们的构成如下：

合同：外协厂名、外协厂地址、外协厂电话、外协厂电报挂号、合同编号、签定日期、零件名、零件号、数量、单位、单价、总金额、已到数量。

库存总帐：零件号、零件名、当前库存量、单位、单价、库存金额。

进货流水帐：外协厂名、合同编号、零件号、零件名、数量、日期。

发料流水帐：车间名、零件号、零件名、数量、日期。

用规范化的方法来检验，能够指出以下几点不合理的情况。第一，在合同的内容中，总金额是不必要的，因为它可以由单价及数量计算而得到。第二，四个数据存储中都出现了零件号与零件名，如果从全系统考虑，这两者可以只保存一项，至多在合同和库存总帐中同时记录这两项，以备特殊需要时查找。第三，每一合同中都记录了外协厂名、外协厂地址、外协厂电话及外协厂电报挂号这一批信息。如果一个外协厂向我们提供四种零件，或者先后订了四份合同，那么这些信息就被重复记录了四次。以上这几种情况都造成了存储空间浪费，在数据库理论中称之为数据冗余。第四，如果有一个外协厂的电话号码发生变动，接到这一通知以后，就需要逐个修改所有有关合同的记录内容，如果有一处遗漏了，就会在将来的工作中造成差错。类似的情况也发生在零件号与零件名的关系上，一旦零件的编号方法发生变更，所有四个数据存储都需要修改。如果有一处未修改，则系统中的数据就会互相矛盾。用数据库理论的说法，这叫做破坏了数据的一致性。第五，如果有一个外协厂已经与本厂确定了协作关系，但是具体的合同尚未签订。这时，系统中无法记载这个厂的地址、电话和电报挂号的号码。因为按目前的存储方法，外协厂和合同必须同时具备才能记入系统。这种情况称为插入异常。第六，如果一个外协厂的现有合同均已到期完成，各合同的记录已从合同这一数据存储中删除，我们需要与该厂签订下一期合同时，在系统中就无法找到其地址与电话号码，因为这些信息已经同以前各合同的信息一起被删除了，这种情况称为删除异常。

以上所提到的存储冗余、数据一致性的被破坏、插入异常、删除异常等种种弊病，正是数据库理论所试图解决的问题。数据库理论对于这些问题的发现方法及改善途径提出了一系列办法，规范化方法即是其中之一。作为通俗的理解，我们可以提出以下两点。

(1) 一个数据存储中的各数据项应该具有“独立性”，每个数据存储也应该具有“独立性”。也就是说，一个数据项的值不能被同一数据存储中的其他数据项所确定。如果那样，这一项就没有必要存在了。同样，一个数据存储的内容如果能根据其他数据存储的内容来确定，它也就没有存在的必要了。

(2) 数据存储的设置应尽量按照“一事一地”的原则来安排。这就是说，应该尽量明确地用一个数据存储来记载一种实体的有关信息，不要出现一个数据存储记载多种实体的属性，或者一种实体的属性分别记录在几个数据存储之中。前面例子中的“合同记载”这一数据存储实际上存储了两种实体的属性——合同和外协厂。这种情况就会造成插入异常和删除异常。同时也会增加冗余量和修改时的困难。

如果读者能够学习一些数据库理论的知识，就能了解到有关的严格的概念、严密的证明以及系统的方法。在这里就不多谈了。

应该说明，我们在这里只是借用数据库理论中的方法来进行数据分析，这在实际的工作中无论采用数据库与否，都是必要的。同时，独立性和“一事一地”是理论上的原则规定，在实际工作中，由于工作部门的体制、工作场所的分散、实际工作的方便等原因，常常不易完全做到，有时为了校对或安全等目的，还要有意地增加一些冗余的存储。因此，当我们发现现行信息系统中存在不合理的现象时，即可进而判断在这个实际系统中，这些现象是

应该保留还是应该纠正。即使用数据库，这些原则也还要灵活运用。

六、调查结果的复核

数据功能格栅图是一种如表 15.3 所示的表格。它的左边列举出系统中所处理的各种数据的名称，即数据分析的内容。它的上边列举出系统中各项处理功能的名称，即功能分析的内容。这样我们就把数据分析与功能分析的内容集中到一起了，用如下的办法就可以把它们之间的关系表达出来。

表 15.3 数据—功能格栅图

功能 项目	订合同	进 货	发 料	结 帐	催 货
合 同	生成	查询与修改			查询
库存总账		修改	查询与修改	修改	
催货通知			生成		使用
月末报表				生成	
领料单			生成	使用	

对于每一项功能，我们可以找出与其有关的数据，即它需要读入的数据，被它修改的数据，由它生成的数据等等。在相应的行列交叉处把这种关系标明。同样地，对于每一项数据我们也可以找出与其有关的功能模块，即生成这个数据的功能模块，修改这一数据的功能模块，使用这一数据的功能模块，同样可以在相应的行列交叉处予以标明。这样，就可以得到如图 15.8 所画的图形。如果我们的分析是正确的，那么无论从功能开始画，还是从数据开始画，结果应该是一样的。

这样，我们就得到了整个系统状况的又一种描述。它强调的是各项功能与它们所处理的数据之间的错综复杂的关系。在这张图上，我们不难找出进行分析时的错误及遗漏。如果某一项数据所在的行上没有任何标记，即没有哪一个功能模块处理它，这就值得进一步考察：是遗漏了哪个功能，还是该数据在系统中根本没有用处。如果某一数据所在的行上，只有使用的记号，而没有生成记号，那就说明在分析中，生成该数据的模块被忽略了，应该给予补充。如果某一数据所在的行上，只有生成的记号而没有使用的记号，则说明使用该数据的模块有遗漏。完全类似地，对于每一项功能，通过审查其所在的每一列，我们也可以发现分析中的错误及遗漏。当然，会有一些功能模块的任务是一些辅助工作，不直接处理数据。这种模块往往不是系统的主体。

这样发现的问题会有两种情况，一种是原有系统确实有问题，一种是我们对系统的调查与理解有问题。无论哪种情况，系统分析人员都应该及时发现。如果是我们的调查与理解不正确，就需要重新进行某些调查工作，以便补充或纠正。在这种情况下，数据功能格栅图就发挥复核找漏的作用。如果是原系统确实存在的不完善之处，那么指出这种问题正是我们系统分析的目的之一，它将为我们的寻找及讨论系统改善途径提供依据。

通过以上各种方法，我们就能把一个现行的信息系统了解清楚，为进一步的分析与提出改造方案打下基础。

第四节 调查资料的分析

一、资料的整理与归档

在调查研究中得到的资料数量是相当大的，为了便于保存与使用，必须建立必要的整理与归档办法。

原始资料包括以下四部分：

- (1) 报表、单据的样品或格式；
- (2) 调查访问的记录；
- (3) 调查访问后形成的图表；
- (4) 调查访问后，初步归纳的文字资料。

由于参加调查研究的人员多，其背景与经验不同，人员又可能经常变动，因此必须在资料的管理上建立严格的制度。

(1) 对每一类资料都要有明确的要求并且及时收集、统一归档。

基础的报表、单据的样品是十分重要的。对这类资料的收集应尽可能做到一次收齐。如果有条件，应该收集填有实际数据的样品，或其复制件。如果由于保密等原因，不能得到这样的样品时，也应得到其格式，并对于其内容的数据类型、长度、范围等进行调查，并登记在册。除了表格、单据本身的样品之外，还应附以有关说明，如发生频率、填写单位、使用单位、去向、重要性、保密级别等。

(2) 每次调查访问的记录分散在各自的笔记本上，既不利于使用，又不利于保存。但是直接收上来，别人看不懂，也发挥不了作用。因此，较好的办法是，每次调查访问都要责成专人负责记录在公共的笔记中，并且记录者应负责归纳成文，签字负责。如果不这样要求，调查的成果就不落实。

(3) 上面讨论的大量图表，是一批十分重要的资料。它们是调查收获的结晶与成果，必须有计划地保存好。这些图表是调查人员对系统的理解，如上面所述，必须与实际从事管理的人员反复核对。当这一过程结束之后，应该按照统一的规格和要求，把材料誉清制图，并且由设计、绘图、审核人员签字认可，按照一定的归档办法存入档案。如果是反映系统现状的图表，还应要求提供材料的人员认可，在条件允许时也应签字以示负责。

(4) 调查的初步成果，即对某一局部的调查小结，也应该成文归档。这个小结，一般是由小组的负责人写的。其内容包括某一局部（某一科室、某一车间等）的基本情况，调查工作的简单经过，参加的人员，对信息处理现状的初步概括（负载、手段、特点、问题、改善的可能途径等）。在每一个小组完成某一局部的调查工作之后，必须由小组长组织全组进行总结，一方面审核资料是否完整和符合要求，另一方面集中在调查里得到的印象及形成的初步看法，由小组长执笔，写出这个小结，誉清存档。不做到这一点，小组就不能转移到其他部分。

以上四方面材料的存档，一般按照现行组织机构的区分来进行。例如，某一工厂的各个科室，某一学校的各个系科等等。当然这样的划分方法，常常并不反映信息系统的内在关系，更不一定是合理的。但是在收集资料时一定要从这里开始，以便保证没有遗漏。进一步的分析，将在此基础上向前进行。

二、系统特点的分析

系统分析的关键在于针对本系统的实际情况规划、组织与实施信息系统的改造，即抓住系统的特点。

对于系统特点的分析包括定量与定性两个方面，前面已谈到信息量的统计。这是系统特点的一个重要方面。如果没有对信息存储及加工数量方面的具体数量界限，系统设计将会是盲目的。当然，这种估计是很粗略的，常常表现为一种平均的状态，并附以可能出现的极端状态，以留有发展的余地。这方面已讨论过，不再赘述。

在定性分析系统特点时，可以从下面四个方面去考虑。

1. 从信息处理的过程方面进行分析

我们在前面已经讲过信息系统的五个基本功能：信息的收集、存储、加工、传递及显示。系统分析人员应该逐个环节地分析，抓住其特点。

(1) 对信息的收集首先应考查有关信息的产生地点、收集方式、校验要求、实际效率等等。各个信息系统的信息源情况是很不相同的，有的很分散，有的则比较集中；有的能从生产线上直接采集，有的则从某些外部实体得到；有的可以用某些仪表直接获取，有的则反映某些社会的或人的状况，只能由人去记录。这些不同的情况对于信息系统的影响是很大的，特别是信息源的情况尤为重要。

(2) 对信息的存储，需要考虑信息存储的内容、手段、存取要求、存储周期等问题。在这些问题上，能充分体现出不同类型系统的特点。往往由于这些问题上的某些差别，就可以形成系统在结构与功能上的很大差别。

(3) 信息加工的情况是非常复杂的。我们应该认真考察系统中信息加工的要求、分布、工作方式、工作量等问题。信息系统中加工的种类很多，从最简单的汇总统计到复杂的模拟预测，涉及的软硬技术极为广泛。这一环节在信息系统中，常常是可以提高效率加强功能的主要用武之地。

(4) 信息传输对于大范围的、具有一定的地理分布的信息系统具有特别重要的意义。系统中这一环节的技术手段具有很大的选择余地，这是现代科学技术所提供的有力武器。在这方面最重要的两个问题是传输速度和保证信息的准确。

(5) 信息的显示，在实质上是与信息使用者的接口。因此，对于信息显示方面的特点的分析，也就是对信息系统服务对象的分析。这点对于我国目前情况尤为重要。

总之，从信息系统的各个环节进行分析是抓住系统特点的有效途径。

2. 从信息系统的评价方面进行分析

根据评价信息系统的主要指标，我们可以对信息系统功能进行全面的考查。首先，从系统的效率来考虑，即分析系统在完成自身任务时，所需要付出的时间与人力、物力的代价，这方面的考察常常导致改革的方向与具体要求。由于信息处理的成果或成效常常是通过其他工作成果体现出来的，人们往往容易忽视，同时，人们又常常对机关事务工作中许多无效劳动熟视无睹。因此，进行信息处理工作效率的分析考察，对于使用者本身也常常可以提供有益的启发。其次，对信息系统服务质量的考察可以使我们进一步明确使用者的实际要求，如表达形式、精度等等。类似地，对于系统的可靠性与适应性的考察也能帮助我们抓住系统的特点。总之，从系统的各种评价指标分析，可以使我们抓住它与其他系统的区别所在。

3. 从系统的特点来分析

作为一个系统，现行的信息系统具有一定的结构、层次、功能及环境，这些常常形成系统的特点。例如，系统与环境的关系。即系统的开放性或开放程度如何，这一点对系统影响极大。信息系统总是开放的，它不能是孤立的或封闭的，但是系统的开放程度是很不相同的。显然，一个主要处理外来信息的系统，与一个主要处理内部信息的系统是很不相同的。再如系统的层次，有的系统呈现出明确的层次结构，有的系统则没有明显的层次结构。这种结构的区别，各层次之间的联系内容与联系方式，是信息系统的重要特点之一。

4. 从信息的特点来分析

信息的内容、格式、变化频率等问题，同样是信息系统特点的一个重要方面。信息是描述客观世界的。每一个信息系统都是客观世界中某一部分的反映，我们需要明确当前所研究系统反映了世界的哪些部分，它描述了哪些类型的实体，它记录了实体的哪些属性。此外，信息的格式、格式化的程度、信息的变化频率等，也是十分重要的。

以上四方面是考虑系统特点的一般思路。对于决策支持系统来说，还必须对决策过程进行详细的分析，抓住其特点。决策是一个复杂的过程，即使是同一个决策课题，在不同的单位、不同的时间都会有所不同。对于抓住信息系统的特点，决策过程的分析至少应考虑以下一些问题：决策的参与者是哪些人，他们以怎样的方式参与决策；决策的环境与制约因素；决策方案的形成方式；决策效果如何衡量，可测程度如何；决策的有效程度能否定量地计算等等。

抓住系统的特点，需要人们具有充足的实践经验。对比是认识系统特点的有效办法。正因为这一点，在分析阶段应努力开拓思路，尽可能地吸收其他单位以至其他国家的经验。在可能时聘请有类似系统实际工作经验的人员参加分析，如果做不到这一点，应尽可能收集有关的资料，通过对比抓住区别，从中得出对系统改善有重要影响的特点。

总之，对于现行的信息系统，必须从定量和定性两个方面进行分析，切实抓住它的主要特点，才能有的放矢地进行系统的改善或改造。

三、系统弱点的分析

分析系统的特点，一方面是为设计准备条件，另一方面也是为抓住系统的弱点，以便确定项目的主次方向。

任何一个实际的信息系统，总会有这样那样的弱点，只是人们往往没有自觉地认识到它们。在系统分析中，系统分析人员的重要任务之一是明确地指出这些弱点。

系统弱点的分析是在目标分析与特点分析的基础之上进行的。目标分析把组织目标与信息系统目标联系起来，指出管理工作的信息需要，这一需要与实际系统效率、功能的差距就是系统的弱点或不足，差得越多，弱点也就越突出。在这方面是可以提出定量的指标的。同样，特点分析的结果为我们寻找系统的弱点提供了线索。系统的弱点常常正是由于对系统的特点没有正确的认识或充分的估计，而盲目地按一般规律去设立机构、安排工作所造成的。

因此，系统分析人员应该以目标分析、特点分析的结果作为基础，与系统现状进行对比，抓住系统的弱点。在分析时应注意以下三点。

(1) 对系统弱点的认识是要经历一个反复的逐步深入的过程的。系统分析一开始,在接受任务时,我们马上就会得到关于系统弱点的某些看法或说法。但是这些看法或说法常常是很表面的、很肤浅的,只是罗列了某些最表面的现象,它们是有待深化的。只有经过初步调查、可行性分析、详细调查、特点分析等步骤,才能逐步深化。即使使用者本人,也需要在讨论中逐步抓住主要的本质的弱点。例如,组织的目标、信息系统的目标,项目的目标在系统分析的初期就应明确,以成为以后工作的依据,然而在系统分析进行到特点分析时,又会反过来使目标进一步落实与具体化。一直到编写系统规格说明书时,目标、特点、弱点才最后确定。因此,无论系统分析员本身还是使用者,都应该树立一个逐步深入认识的思想,把这些重要看法的形成贯穿于系统分析的整个过程。

(2) 在弱点分析中必须分清主次。信息系统的弱点具有许多共同点,如信息收集不完整,传递加工太慢等等。如果平铺直叙地罗列出来,就很容易流于一般化,对实际工作无所启示。系统弱点的分析必须重点突出,按实际系统的情况,排出优先次序,这是系统特殊性的一个重要方面。同时,这也是下一阶段制订分阶段分步骤改善系统的计划时的重要依据。

(3) 对弱点的分析应尽可能给出定量的数量界限,即要求具体化。例如信息传递速度太慢,如果我们把它作为弱点之一,那就应该指明现在实际速度是多少,期望达到怎样的速度,差距多大,否则这一弱点分析就没有什么作用。

总之,应该把系统的弱点具体地、准确地、主次分明地归纳出来。

四、弱点产生的原因

信息系统的弱点是由多方面的因素决定的,对此,应该进行客观的分析。一般地说,信息系统的弱点是由以下三个方面的原因造成的。

(1) 信息系统的管理体制不合理。由于人们对于信息系统的规律及重要性认识不足,在目前的绝大多数单位中,信息系统的结构是在历史上不自觉地自发地形成的,常常包括许多不合理的因素。特别是在社会经济环境发生变化时,常常采取头痛医头,脚痛医脚的方法,以至拆东墙补西墙,从而使得系统的结构越来越庞杂和混乱。

(2) 信息系统的技术手段落后。在现代社会中,人们已经普遍感到现有的信息处理技术远远不能满足需要,以文字与纸张为主要手段的时代已经到头了。现在不仅需要把电子计算机、现代化通信技术、现代化办公设备、缩微设备以及其他信息处理技术全面地使用到实际工作中去,而且需要把它们互相联系起来,形成一个系统,并且根据新技术的需要,改造信息系统的结构。

(3) 各级各类人员的信息意识不强。信息系统是人机结合的复杂系统,应该承认,人仍然是系统的主导因素。只有人员的信息意识有了质的提高,才能使信息系统的作用与效率有大幅度的提高。可以设想,如果领导者对于自己的信息需求不清楚,各级领导人员对于自己所负担的信息责任不明确,那么不管设备怎样更新,信息系统也是不能搞好的。

进行以上这些分析的目的在于客观地指出问题产生的原因,实事求是地确定项目的目标。事实上,任何一个单位的信息系统的弊病都是由多方面的原因造成的,有些原因在短期内是难以解决的,有些原因是来源于系统外部

的。如果没有这样的认识，项目就会失去现实基础。

对系统特点、弱点及其产生原因的分析，是信息系统逻辑设计的基础，是一项十分重要的工作，必须认真做好。

第五节 系统说明书的形式

经过调查、分析，最后要写出名为系统规格说明书的工作文件（简称系统说明书），并提交决策部门讨论审查。这个文件在整个系统研制过程中起着重要的作用。

对于系统分析人员来讲，系统规格说明书反映了系统分析人员对于现行系统的认识和理解；另一方面，它又表达了系统分析人员对项目如何进行的总的设想。前一方面是工作报告，有待领导和管理人员的审核，看它是否符合实际；后一方面是向领导和管理人员提出的建议，需要得到他们的同意和批准。因此，系统规格说明书实际上是系统分析人员的一份答卷。高质量、高水平的系统规格说明书应该简明扼要、抓住系统中信息处理的本质，恰如其分地指出现行系统的问题与弱点，充分说理地、令人信服地提出改善的方向及逻辑上的设想及方案。

系统规格说明书主要包括以下几项内容。

（1）系统概况。我们的工作是为某一特定的系统而做的，这个系统是我们讨论问题的背景及舞台。因此，首先要求对系统的情况作一高度概括的描述。具体地说，应该简要地说明该系统的目标、行政归属、有关的外部实体、对外部环境的主要输入输出、与类似系统相比主要的特殊之处、主要的业务类型等等。其次，需要给出最主要的数量界限，以形成对系统规模的基本印象。例如，系统的人员数量、基本经济指标（总产值、投资、利润等）、主要业务的数量等等。这一概括描述的主要目的是形成对项目背景的基本认识，以便开展以下的讨论。因此一方面要力求简明扼要，另一方面要列出主要的外界限制条件，这些限制条件在以后的讨论中是十分重要的。所以，这一描述不能是没有内部联系的事实的堆砌，而应是在大量事实基础上，有选择地组成的有机整体。为了做到这一点，系统分析人员是要下一番功夫的。

（2）项目的目标。这里的项目目标应该是在可行性报告中的项目目标基础上，进一步加工的结果。经过详细调查研究，我们对系统的情况已有具体的深入的了解。因此，对组织目标和信息系统目标的表达可以更加具体，更加有针对性，项目目标也就可以更加确切。一般来说，在这里，各种定量的指标可以更加细致，需要增加的各种功能也可以更加明确地规定下来。由于我们是把可行性分析作为系统分析的一部分来看待的，因此，可以说这里所规定的项目目标才是最后确定下来的项目目标，而前面可行性报告中还只是一个初步成果。不过，可行性报告中的项目目标是已经与使用者讨论过的，任何变动都应再次得到使用者的认可。事实上，如果这种变动只不过是进一步确切化或更准确的描述，那是不会带来什么问题的。

如果是把原先的定量指标进一步加以改善，那么使用者也是不会提出异议的。问题在于，如果是给原先没有定量指标的目标增加定量的指标，或者发现原先的定量指标过高，需要降低要求，那么就必须明确指出，而且要说明理由，以便在讨论系统规格说明书时，与使用者商讨并取得使用者的同意及认可。由于以上情况，在系统说明书中，应该对系统目标进一步明确描述，这就是项目目标的定稿，以后不应再做随意的改变。

（3）信息系统的现状。我们的目的是改善系统的信息处理功能，所以，必须首先说明系统中信息处理工作的现状。在前面所讨论的调查研究工作中，我们收集了这一方面的大量材料，要在系统规格说明书中把这些内容统

统表达出来是不可能的。对于使用者或参加讨论的其他人员来说，也是不必要的。我们应该按照这样两条原则来精选我们手边的材料，首先，要把系统的全貌概括地表达出来；其次，要把准备改动的部分表达清楚。关于前一方面，当然是以数据流图为中心，因为它是全系统信息处理工作的综合的抽象的描述。为了使图形清晰，归入系统规格说明书的数据流图可以进行一些合并与简化，以便突出系统的总体结构。也可以采取分层表达的方法，画一个粗略的总的的数据流图，再补充若干详细的局部的数据流图。如前所述，数据流图的内容是需要进一步补充的，但数据字典等详细内容则不能全部列入系统说明书。在必要时，作为附件放在系统规格说明书之后。另一点则是选择准备加以改动的部分，进行比较详细的说明，某一子系统、某一业务处理过程、某一数据存储是我们准备建议修改的，我们就应该加以比较详细地说明，可以用以前列举的各种图表及表达工具，其目的在于为下一部分提出修改意见作准备。至于我们不准备提出修改建议（包括加强某一环节的建议）的有关细节，当然就没有必要详细描述了。这一部分的书写很容易过于冗长、重点不突出。因此必须明确，编写系统规格说明书的目的在于论证我们提出的方案的必要性及依据，不在于罗列我们的工作成果或所花费的艰苦劳动。

（4）对信息系统改善的建议。这一部分是系统规格说明书的核心部分，前面各项都是为此做准备的。在这一部分中，我们要简单明了地提出系统变更的意见，明确地给出我们所设想的系统的蓝图。一般来说，可以是首先列举出修改的几点指出问题，提出修改意见。然后，用新系统的数据流图绘出我们所设想的新系统的概况。在这一部分，要注意的首先是充分的足够的依据。我们提出的修改意见，都应该是围绕着系统目标和项目目标的，每一条都是有针对性的。如果任何一个不带偏见的旁观者，都能够从前面的情况介绍中，顺理成章地、水到渠成地想到或接受这样的修改建议，那么，这一次系统分析工作以及系统规格说明书的编写就是成功的。另一点需要注意的是，在提出修改建议的时候，尽量不涉及或少涉及具体的技术手段，即尽量只就信息系统本身的改善、从信息处理的角度提出问题及修改意见。因为从事管理工作的人员一般对于信息处理的技术，如计算机、通讯技术并不十分了解，对于使用什么具体技术手段无法进行讨论，这些技术细节是下一阶段物理设计的任务。我们在这里需要的是就信息系统改善的原则与方向达到一致的意见。因此，我们尽量把具体技术手段的选择放到最后一个阶段去。当然，在实际工作中，有时很难截然分开。例如，我们的实例中，很明显，为了实现对各种文件的随机查询，应该把它们从手工帐本改变为计算机中的数据文件。但是，我们应该尽量避免过早地限定实现手段，这一方面是为了集中解决逻辑模型的问题，同时也是为了给物理设计留有较大的选择余地。

（5）费用及效益的初步估算。这是上一点的补充。由于具体的技术手段尚未确定，费用及效益是无法准确地给出的。作为使用者来说，在决定是否进行系统的修改时，必然要考虑项目的费用和效益。为了便于讨论，系统分析人员需要与其他项目的类比或根据经验的估算，对于费用和效益，提出初步的估计。为了使这一估算比较符合实际，应特别注意系统中的各个环节之间的配合和衔接，把可能发挥的效益或潜力与实际能够发挥的作用区分开来，防止把费用估计过低而把效益估计过高。这一点在可行性分析部分已经详细讨论过，这里不再重复。这一次估计应该比可行性分析时具体落实一些，但费用和效益的最后确定，则应等到系统设计，即物理设计的最后完成

才能进行。

以上是系统规格说明书的主要内容。系统规格说明书的编写反映系统分析工作的水平，应该认真对待，切实做到情况清楚、观点明确、论证有力、简单明了。

由于客观情况的复杂，事情往往有不止一种做法。信息系统的改善可以有各种不同的途径，如果加上不同的步骤与优先次序，那么，实际信息系统的改善工作总是可以有不同的方案可供考虑的。系统分析人员应该尽可能拓宽解决问题的思路。即使不考虑物理实现的手段，也可以设想若干种改善的方案和不同的实现步骤。系统分析人员自然会从自己的角度出发，确定哪个方案比较好，或先做某一部分的工作比较好。但是使用者的目标、优先次序的考虑以及资源及其他限制条件，我们不可能完全掌握。因此，只提一种方案是不合适的，那将使使用者处于被迫接受的位置。比较妥当的方法是，提出几种可供选择的方案，尽可能客观地说明这些方案的利弊优劣及费用效益，把选择权留给使用者。这些不同方案可以由一个小组提出，也可以由若干个不同的小组提出。这种做法有助于发挥各方面的力量，集思广益，取长补短，取得最好的效果。即得到最合乎实际、投资最少、收效最快或最大的改善方案，而这正是系统分析的目的所在。

第十六章 信息系统的设计

系统设计，也称为物理设计，是系统改造的第二阶段。其任务是根据系统说明书提出的逻辑方案（功能要求、改善的目标），形成具体实现的物理方案（结构、设备配置、机构人员的调整等）。这一阶段的重点是设计好系统的总体结构，选择最经济合理的技术手段。

第一节 系统设计的任务和原则

系统设计阶段的任务是根据逻辑模型提出物理实现的具体方案，即为系统规格说明书中提出的抽象信息系统选择合理的实现手段。在系统分析阶段，我们只解决了所设想的系统应该完成哪些信息处理工作的问题。在系统设计阶段，我们则需要着手解决如何完成这些信息处理工作的问题。如果我们的建议为领导和管理人员所接受，那么我们就进一步考虑如何实现这些改善的意见。正如前面已经讲过的，信息系统是一个复杂的系统，虽然所提出的建议只是几条，我们却不能只考虑这几条的改变，而必须全面考虑整个系统的工作方式及各部分的相互关系，因为这些都随着某一环节的变更而发生相应的变化。

因此，我们在开始进行物理设计时，应该以系统规格说明书所提供的数据流图为出发点。即从抽象的信息处理功能开始考虑问题，而不管在现行系统中这些工作是用哪些具体的物理手段实现的。我们只是从一般信息处理的角度去讨论、看待问题，选择最合适的实现手段。这就使我们能够避免现行系统中技术手段对思路的局限，得到较好的实现方案。

一般来说，由于逻辑模型只是提出了抽象的信息处理的业务，它的实现手段可以是多种多样的。例如，我们前面提到的改善建议中，提到应该提供各种数据随机查询的功能，这是一个逻辑上的建议，并未规定如何提供。因此在具体实行中，可以把帐目的存档办法加以改善，同时增加一批专职人员来回答领导的随机查询，当然也可以把数据录入计算机，编好应用程序，把终端设在领导的办公桌上来实现随机查询。因此，对于同一个逻辑模型可以有多个物理模型符合它的业务。我们的物理设计阶段工作的优劣，就看能否在这些物理模型中选出最好的、最符合实际需要的物理模型。那么，什么样的物理模型才是比较好的呢？我们根据什么来判断物理模型的优劣呢？在第二篇第八章中，我们曾讨论过信息系统的评价标准，当时我们列举了五个因素：功能、效率、服务质量、可靠性及适应性。系统的逻辑模型主要是规定了系统的功能，有时还给出了效率及服务质量部分的原则性的要求。因此，物理设计的活动余地就在于：在保证实现所规定的功能的前提下，尽可能地提高系统的效率、服务质量、可靠性及适应性。

第二节 模块划分的原则

总体结构的实质是合理地划分与组织模块。为此，我们讨论模块划分的若干一般原则。

1. 凝聚度

首先，每个模块要有明确的任务，而每项任务要尽量由比较少的模块来完成，以避免出现修改时不易寻找和遗漏等问题。为此，我们引入一个概念——凝聚度（Cohesion），用它来描述一个模块在上述要求面前的优劣。所谓凝聚度，就是一个模块内部各部分之间的逻辑关系的紧密程度。我们把模块按凝聚度分成六个等级。

（1）功能凝聚。这种模块的任务明确，它对某一种业务或某一种加工对象的个体进行某一项专门处理，而没有其他业务或其他加工对象进入它。同时，对于系统而言，它所完成并输出的就是这一项专门处理的结果，或者说经过了这一项专门处理的业务或加工对象，不包括任何其他内容。另外，这种模块是每次处理一件业务或加工对象，虽然在执行过程中，它可以被它的上层模块多次反复调用。

（2）重复凝聚。这种模块的特点是对某一类业务或加工对象的多个个体进行同一项处理或加工。它的内部功能可以分为两部分：对一个个体的加工处理，以及加工对象即多个个体之间的调度安排。前一方面只涉及单个业务，后一方面则涉及一些较大范围的控制问题。

（3）业务凝聚。这种模块的特点是对某一种业务或加工对象，连续进行几项处理，这几部分合在一起是由于它们的处理对象相同。

（4）类似凝聚。这种模块处理若干种类似的业务，与前面的各种模块相比，这种模块的修改就更加困难。几种业务中的任何一种需要改变处理方法时，都需要对整个模块进行检查，以便确定修改的地点，而且很容易在修改某一种业务的处理方法时，对于其他业务的处理产生意料之外的影响。

（5）时间凝聚。从逻辑上讲，这种模块完成的若干项工作之间并没有必然的联系，把它们集中到一个模块中，只是由于它们的执行时间相近或者处理的时间周期一致。

（6）偶然凝聚。这是指纯粹偶然地把若干任务集中到一个模块之中的情况。

上面的划分方法，只是相对的定性的描述。到目前为止，还没有更确切的定量的模块划分和评价的标准。不过，至少可以根据上面讨论的想法，尽量地把模块划分得合理一些。

模块的凝聚度是从每个模块自身的角度去看待它，即考虑每个模块的内容在逻辑上是否有内在的联系。我们也可以从各模块之间的互相影响来看待这个问题，分析模块之间相互联系的密切程度。显然，这只不过是从另一个角度去分析同一件事情。

2. 耦合

我们把模块之间的关系称为耦合。可以把耦合关系分为三类。

（1）数据耦合。两个模块之间仅有数据的交换，则称它们之间的关系为数据耦合。这种关系在系统中是最常见的，它所影响的只是系统及模块的处理对象，不会影响处理原则。因此，比较容易追踪与控制。只要我们明确地表示出这种关系，并且尽量只限于传输必要的的数据，那么，它是不会造成危

害的。

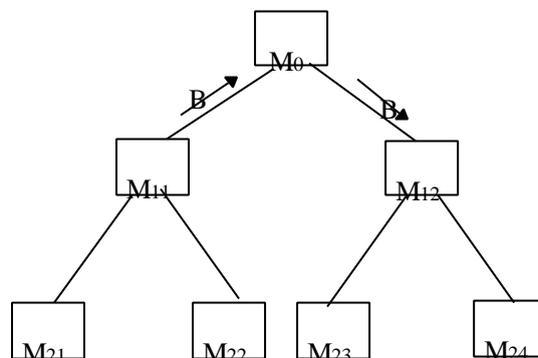
(2) 逻辑耦合。两个模块之间如果有控制信号的传递，我们称它们之间的关系为逻辑耦合。这种关系对系统的影响比较大，因为它可能造成系统或某个模块内部处理原则的改变。因此，从原则上讲，我们应该尽量使控制信号的产生与使用在同一个模块中，避免出现逻辑耦合。在必须传递控制信号时，必须非常谨慎，防止它造成意外的影响。

(3) 非法耦合。两个模块之间在调用关系之外，直接发生互相影响，称为非法耦合。例如，某一个模块改变了变量 A 的值，而另一个模块又需要使用变量 A 的值，而 A 的值并没有在结构图上通过明确的调用途径传递（包括直接传递和间接传递），这就称为非法耦合。图 16.1 中描述了三种不同的耦合情况。图中 (c) 的情况就是不应出现的。

因此，从模块之间的关系来看，我们应该使模块之间尽可能地相互独立，仅保留必要的联系，并且尽量使这些联系不影响系统的执行过程。保留下来的必要的联系也要明确地通过调用关系来传递，并且加以详细说明。也就是说，明确标明数据耦合，尽量避免逻辑耦合。不允许出现非法耦合。

关于控制信号的传递，还可以从另一个角度来说明。我们把一个模块以及由它直接和间接调用所有模块，称为它的控制范围；把一个判断所得到的结果在系统中被传递到的所有模块称为它的影响范围。显然，如果某个模块中的某一判断的影响范围超出了这个模块的控制范围，对于系统的修改是极为不利的。这种情况叫做影响范围与控制范围的不一致。不难看出，当控制信号向上传递时就会出现这种不一致。因此，除了前面提到的，尽量使控制信号的产生和使用在同一个模块之外，应该加上一点，尽量不要出现自下向上的控制信息的传递。从前面的图中看，这种情况的出现常常是在某些判断工作比较复杂，而分给下层模块时发生的，图 16.2 说明了影响范围和控制范围不一致的产生。显然，纠正的办法是把 B 的生成，从 M11 提升到 M0 中去。

检查模块划分是否适当的最后一点，是看模块的规模是否足够小，或者说已经小到易于处理。因为，不论前面各项考虑得多么周到，系统的修改最终总是要落实到修改某一个或某几个模块上。如果这些模块本身仍然大到难以驾驭，那么，修改工作仍将难于进行。



M11 的控制范围：M11 M21 M22

B 的影响范围：M11 M0 M12

总起来说,我们认为比较图 16.2 影响范围与控制范围的不一致理想的结构图应该是这样的:它的最基层模块(或者说树形结构的叶子)是功能凝聚的模块;模块之间的关系仅限于必要的耦合,逻辑耦合只在很少的地方出现,对它的影响已做过认真的考虑;它的各种判断结果的影响范围一般不超出其所在模块的控制范围;每个基层模块的规模已小到易于处理。

当然,这些要求仍然是一些定性的描述。什么叫单项处理功能?什么叫单一的加工对象?什么叫小到易于处理?这些问题都因系统的不同而各异,都需要根据具体情况确定。正如前面讨论过的各种工具一样,结构图也是一种考虑和分析问题的工具,把系统结构表达清楚,目的就达到了,而不必拘泥于名词的讨论。

第三节 公用数据存储的设计

系统中许多业务或功能是通过数据存储而联系起来的。例如，某一功能模块向某一数据存储中存入数据，而另一功能模块则从该数据存储中取出数据。这些涉及到多少功能模块的数据存储，是模块间相互联系的另一个重要渠道，在结构图中并未表示出来，需要加以补充。

不难看到，这些涉及多少功能模块的数据存储的格式与情况，不是一个局部的问题。它的修改变更常常要牵动系统的许多部分，因此它的设计应该是系统总体设计的一个组成部分。

在系统的逻辑模型中，已经规定了数据存储的逻辑上的内容。在数据字典中，对于各主要数据存储的内容、长度、格式也已有了详细的描述。在这里所要考虑的，主要是数据存储的介质和组织形式。

数据存储的介质与各功能模块的处理方式是联系在一起的。在实际设计时，这些问题当然不能分开考虑，在这里为了讨论方便，我们先谈数据存储的介质考虑。常见的数据存储介质可以包括手工和机械处理的介质及磁性介质两大类，后者又可以分为顺序处理的和随机处理的两种。手工处理的介质是指表格、单据、帐簿等，机械处理的包括卡片、纸带、缩微胶片等等，这一大类存储介质一般都需要占用较多的空间（缩微胶片除外）、而且都是不能抹掉信息重复使用的，但是它们的价格一般比较便宜，其中许多还是人们长期使用的习惯的存储方式，另外一些则是作为人和计算机之间信息交流的手段，而磁性介质则不同，它们除了具有极大的存储容量和密度之外，最显著的特点是可以抹掉信息重复使用，当然它们的价格比较贵，而且需要专门的昂贵的设备，否则就无法利用。在磁性介质中特别值得注意的是随机处理的存储介质，即磁盘（包括硬盘和软盘）、磁鼓和磁性卡片（对微型计算机来说，没有磁鼓）。这些能够随机处理信息的存储介质使得我们可以采用各种复杂的文件组织形式和数据库技术，从而大大提高信息处理的速度和效率。当然，其价格一般来说，比顺序处理的介质要贵得多。

因此，在进行总体设计时，需要根据数据存储的格式、容量、使用方式，并考虑技术上和经济上的条件，选择适当的存储介质。

以图 15.8 为例，图中列出了七个数据存储。其中库存总帐是使用最频繁的数据存储，需要不断地修改更新，与多项业务处理有关，因此，我们考虑使用磁盘文件（当然，相应的各项功能也就需要使用计算机处理，这在以后专门讨论）。库存标准也是经常要用的，并且需要索引查找，所以用磁盘。公用文件也是使用较多的文件之一，需要经常查询，因此也考虑使用磁盘文件，两种流水帐数量大，但是处理比较简单，除了及时记录之外，只有领导需要时才查询，而这是不必经常联机存储的，因此，如果有磁带或软盘，可以制成脱机存储的文件存放起来备用。外协厂文件虽然需要查找，但是只有几十个记录，不值得为它专门准备一套查询程序，列出一个表格用手工处理并不费事，催货通知主要是随到随处理，除了备查之外没有经常使用的问题，因此，不必占有昂贵的存储设备，也不必专门准备程序。所以，外协厂文件和催货通知采用通常的表格存储方式。

除介质之外，还需要考虑文件的组织方式。这主要是指磁介质文件，因为其他存储介质一般是顺序组织形式。在我们的实例中，两种流水帐可以采用顺序文件的形式，而库存总帐和合同文件经常需要随机查找，所以可以采

用索引文件的组织方式。如果所提供的设备具有数据库管理系统，当然也可以使用数据库。

这样，我们就可以得出如下的设计结果：

库存总帐	磁盘（联机）	索引方式
库存标准文件	磁盘（联机）	索引方式
合同文件	磁盘（联机）	索引方式
来料流水帐	磁盘（可以脱机）	顺序方式
发料流水帐	磁盘（可以脱机）	顺序方式
外协厂文件	手工表格	顺序方式
催货通知	打印表格	顺序方式

把这些信息在前面的数据字典中所规定的内容汇总在一起，就可以形成关于文件的完整的说明书。表 16.1 给出了库存总帐的设计说明书。

表 16.1 文件设计说明书

系统名	库存及合同管理	文件名	库存总帐 F1
介 质	磁盘	记录类型	定长
记录长度	72 位	预计记录条数	2 000
文件组织形式	索引顺序文件		
文件存取方式	索引方式		

简要说明：

记载库存零件的当前信息，要求及时更新，反映当前库存。

记录格式				有关模块		
项 名	类型	长 度	附 注	模块名	存取类型	附注
零件号	整数	8 位	排序码	进货记总帐	随机修改	
零件名	汉字	10 个汉字		发料记总帐	随机修改	
生产厂家	汉字	10 个汉字		库存核查	随机读	
存量	实数	5 位整数 2 位小数		定期盘存	顺序读	
单位	汉字	4 汉字		随机查询	随机读	
单价	实数	5 位整数 2 位小数				

设计_____ 审核_____ 日期:1994.11.24

备注：存在仓库的微机硬盘中，用软盘复制作为备份

对于一些只涉及到一、两个模块的文件，可以把文件设计的要求交给负责该部分的程序员来完成。但是，涉及系统中许多部分的重要文件，必须由系统设计的负责人自己动手，认真设计，并形成正式的设计说明书，作为总体设计的一个组成部分。在下一步的工作中需要复制或印刷多份，以便交给有关工作人员和程序员，作为软件研制的依据。

第四节 数据传递方式的设计

对于有的系统还需要考虑数据传递方式的设计问题，这正是全局性的问题。

如果只用一台微型机，所有的数据存储和功能处理都在一台机器上实现，那么数据流图中的箭头都只具有逻辑上处理顺序的含义或内存与文件的信息传输的意义，没有进一步的技术问题需要考虑。但是如果有多台微型机，并且放置在不同的工作场所，那么就需要考虑信息传递的技术手段问题了。

在我们的实例中，显然合同管理和库存管理是分在两处完成的，前者在生产科，后者在仓库。这就需要考虑信息传输的方式。

首先需要考虑有哪些箭头是表示要在两个工作场所间进行信息传递的。如果我们用一条界线把合同管理和库存管理分开的话，可以看出，跨越这条界线的有四个箭头；

- 库房进货验收时查询合同文件；
- 库房进货记帐时累加合同上的已到货数量；
- 盘存时定期发出的催货通知；
- 发料时发出的紧急催货通知。

这就是两地之间需要传递的信息类型。我们可以进一步分析其使用方式及通讯负载。前面已经提到，催货通知是随到随处理，从实际情况出发，不需要存入计算机，只需要库存管理中的两个相应模块打印出催货通知，用人工方式送到生产科外协组就行了。因此，这二者的传递方式可确定为用手工传递。对合同的查询，生产科可以用随机查询部分中的查询合同功能，取出有关的信息（查询部分的各模块根据所查文件分别设在生产科和库房），然后用电话通知库房即可。因为这一查询只是核对，没有信息需要留存，用电话是完全可以的。最后，修改已到货数量可以由仓库在记完总帐和来料流水帐之后，把单据副本送到生产科登记即可。当然，这整个设想是在现有的该厂的技术和业务力量基础上考虑的。该厂现有两台微型机，短时间内无力购买多用户的计算机或网络，因此我们考虑了如上的方案，即基本上是手工传递信息的方案。如果该厂有可能购买多用户的计算机或网络，那就可以有另外的方案了。

如果使用多用户的计算机或网络，我们的设计就还需要详细考虑通讯的距离、通讯量以及有关的设备。和文件设计说明书一样，也要形成正式的设计文件。这种情况随着计算机技术的发展，会逐渐增加，并涉及许多通讯的技术问题，这些专门的技术问题在这里就不再详细讨论了。

总之，系统的总体设计主要是通过绘制结构图，合理地划分模块，明确地规定各模块间的各种关系，同时还要考虑主要的文件格式及实现方式，数据传递的方式等带全局性的问题。这些问题都对系统的效率和质量有重大影响，必须在考虑各个具体模块之前，尽可能设计好并形成规范的说明。

第五节 模块设计

从总的工作步骤来说，模块设计应该在总体设计完成后才能进行。但是在实际工作中，二者的界限很难明确地划分。例如，在考虑文件的实现方式时，必然会相应地考虑有关的模块用什么方式实现。当然，如果总体方案要求模块的处理方式改变，模块就应该服从全局，进行必要的修改。从这个意义上讲，模块设计是在总体设计完成之后才能正式开始，在此之前只是初步考虑。

模块设计的第一个问题就是确定手工处理和计算机处理的分工与配合。我们前面曾提到，至少在目前阶段，在管理中的计算机应用系统总是两种处理方式相结合的人机系统，不能认为计算机应用系统的每一项工作都应该由计算机来完成。事实上，在应用系统中有些工作是用计算机处理合适，有些工作则是由手工处理合适，并不是一切工作都是用计算机处理合适。

我们试对比一下计算机处理与手工处理的不同特点。在处理的速度的上，计算机比手工快得多，在计算的准确度上，计算机比手工准确得多，在信息存储和记忆的能力上，计算机也比手工强得多。然而，在处理的灵活性上，计算机就不如手工了，手工处理可以凭借人的智慧和科学知识及至处理一些事先没有预料到的特殊情况，而计算机则必须事先估计到并准备好处理方案，才能处理一些错误及例外情况。手工处理可以处理模糊信息，而计算机在目前情况下则很难。当客观情况发生变化需要修改处理方法时，手工处理就比较容易适应并作出某些改变，而计算机的处理方法则不容易改动，改不好还会出现严重的错误。即使是对同一问题，计算机处理与手工处理也是各有所长、各有所短。例如查错功能，对于一些统计表格中各种复杂的平衡关系，用计算机来核查可以做得又快又好，用手工复核则计算量大得无法胜任，而且容易算错，对于合理性检验，则手工处理比计算机处理要好得多。这些不同特点的根本点在于计算机终究是一台无生命的机器，它只是按人们事先规定好的程序工作。

因此，我们在考虑系统中各个模块的设计时，需要考虑的不是要哪个不要哪个的问题，而是如何发扬两方面的长处，互相配合，以达到全系统的最优。

除了完全手工方式的模块外，都涉及计算机，因而都需要考虑硬件，软件的要求。对于硬件，以下三方面因素要考虑。

(1) 考虑每一个模块对硬件的要求。对于管理中的应用系统来说，首先要考虑的是对容量的要求，即对数据量的估计。事实上，每一个模块所涉及的数据包括三类：必须进入内存的，必须放在随机存储设备上的，可以放在顺序存储设备上或脱机存储的。如果不进行这样区分，把所有数据都称作为对磁盘甚至内存的存储需求，是不对的。常见的问题是把可以脱机存储的数据量也加在磁盘的需求量上，由于磁盘的价格较贵，这样做会造成很大的浪费。另外，内存的容量应该包括操作系统、编译系统或其他服务软件、自己的应用程序、数据空间四部分。前两部分由系统提供，可以很快估算出来。自己的应用程序所占的空间也不难查出，一般可以用类比的方法，根据程序的复杂程度估计。用户允许使用的数据空间是由机器本身及程序设计语言所限定的、通过程序设计的技巧是可以控制数据所占的内存数量的。经验表明，内存空间不够，常常是由于把可以放在磁盘上的信息，不适应地都搬到内存

里来而造成的。例如，把排序问题完全放在内存里做，就会出现这种情况。尽管现在计算机的内存越来越大，在使用时仍应注意节省。

(2) 在硬件方面要考虑的第二个因素是速度的要求。在科技计算中，由于运算步骤多，速度问题常常是需要放在第一位考虑的，这主要是指主机运算时间。在数据处理工作中，情况略有不同。数据处理的运算一般不太复杂，在需要处理的数据不是很大的时候，对于速度的要求并不突出。但是这并不是说，速度因素可以不考虑，当数据量急剧增加时，速度的问题也就会更加突出。这正是某些系统不能实际应用，只能表演的原因。这里所面对的速度问题主要并不是主机运算速度，而是外围设备的速度；具体地说，主要是磁盘的读写时间和打印机的输出速度。此外，也和操作系统、文件组织等软件问题有密切关系。在微型机范围内，由于主机类型较少，没有多少选择的余地，所以，对计算机提出的速度要求也就是对外围设备和软件的要求。对于大型机，情况是有所不同的。在模块设计中，应该对于大批量输出的速度以及对处理的响应时间，提出具体的指标，以便首先从配置外围设备上提供基础，然后再从软件技术上设法提高效率。认为计算机运算非常快，不必专门考虑速度是不对的。

(3) 还要考虑的是输入输出的要求，除了上面已经提到的速度要求之外，还有方式、质量等要求。例如，在 I 类和 D 类中，是否需要录入汉字，采用什么方式录入；在 O 类中，输出数据的精度、格式有何要求等等。这些要求直接影响设备的选择。如显示终端的分辨率应要求多高，打印机的档次如何选择等等。

对于软件要求主要有以下四个方面。

(1) 对操作系统的要求。前面已经提到，系统在使用者面前表现出来的速度或效率，与操作系统有很大关系。一般来说，如果对速度要求较高或对于某些业务要求快速响应，则应考虑实时操作系统；如果时间要求不高，而外围设备很多，许多不同类型的用户需要共享各类资源，则应考虑分时操作系统。与机器一样，操作系统也是各有所长，各有一定的服务对象的，必须根据实际使用情况的需要而定。在选择操作系统时，要考虑的因素包括：功能、使用方式、安全保密、系统开销、速度、与其他软件的关系（能支持哪些软件）、价格。有时，在一些多种用途的关系中，购置若干不同的操作系统，以便根据实际使用的需要而随时替换，对于提高设备的利用率是有利的，当然，这就增加了软件的开支。

(2) 对程序设计语言的要求。多数的应用程序都是需要用高级语言编写的，因此需要根据应用的实际情况和模块的实际情况采用适当的语言。从整个系统来说，不一定要用统一的语言，各种不同语言之间相互调用子程序一般都是可以的（个别语言有一些困难，如 RPG, BASIC, 但也可以通过一些较深入的技巧加以解决）。为了使系统易读易改易于移植，一般来说，用比较通用的高级语言编写程序是比较合适的，只是在对效率有特别要求的地方才使用依赖于机器的特殊语言或汇编语言。

(3) 数据库管理系统和应用软件包。如果系统中用到数据库技术，那么就需要配备数据库管理系统。从实质上讲，数据库管理系统是用一批事先编好的程序，为使用者自动处理大量数据间的组织和管理工作，如拉链、排队等问题。因此，如果需要处理的对象的数据结构比较复杂，使用数据库是合适的，可以节省软件编制的时间和精力。如果处理的数据比较简单，只是用

到数据库管理系统的少量功能，那就不必使用数据库。因为数据库管理系统不但要花钱购置，而且要占用相当大的存储容量和降低处理速度，在这种情况下，采取索引文件的方式反而效果更好。另外，在统计、排序、预测、规划等方面的大量常用算法，目前都已形成一些专用的应用软件包，我们也可以尽量使用已有的成果，避免不必要的重复劳动，提高系统研制的效率。当然，要注意根据需要购置，并且要花一定的开发理解和使用的功夫。

(4) 常用的服务软件，如文本编辑 (EDITOR)，文件复制，查错程序 (DEBUG) 等，也是十分重要的。这些功能为我们调试程序、研制系统提供了工作环境。这个工作环境好，工作的进展就会顺利得多。这些也是在配置软件时应该考虑在内的。

总之，对于涉及计算机处理的模块，我们都要根据其设计要求，规定出对硬件和软件的要求。注意这里提出的只是要求，具体还应在可能的选择范围内综合考虑，另外，许多情况下，单位已有一些计算机资源，包括硬件、软件以及技术人员对某一型号计算机的知识，应该把这些资源充分利用起来，这在经济上常常是十分重要的。

第十七章 信息系统改善的实施

系统开发的第三个阶段是实施阶段，其任务是将物理设计的方案付诸实现。在实际工作中，这一实施过程是十分复杂的，它包括硬件购置、软件开发、人员培训、数据转换以及新旧系统切换等多方面的工作，因此，需要认真地组织与安排。

第一节 实施阶段的任务

与前两个阶段相比，系统实现阶段的任务涉及的人力、物力都要多得多。这时，整个工作就铺开了。各种具体的工作，具有各种技术专长的工作人员均参加到项目研制工作中来。这时，大量的组织协调工作，需要项目负责人进行全面安排。

实现阶段的任务可以概括为以下四个方面。

(1) 硬件的购置及安装。这包括计算机本身，它的外围设备、环境和电源等辅助设备以及机房等方面。这些方面的工作往往需要某些专门的技术知识，因此需要有一些这方面的技术人员来承担。

(2) 程序的编写或购置。由于各模块的说明书已经形成，各模块的手工处理方面已经确定，只需要编写有关的计算机程序了。一般的处理可以自己编程序，对于一些比较特殊的成熟的算法，如某些标准的统计分析方法，某些运筹学与模拟预测的标准算法等等，则可以采取外购现成软件的办法。

(3) 未来的操作人员的培训。我们不能等到一切硬件软件都准备好了以后，再开始考虑人员的培训，那样会造成资源的闲置及浪费。而且，培训操作人员的过程，同时也就是考验及检查系统结构、硬件设备及应用程序的过程。因此，同时进行是有很大好处的。

(4) 系统中有关数据的录入或转换。由于在现行系统中存在许多需要继续使用的数据，因此需要把它们按新系统的要求重新组织编排，如果原系统中是手工处理，那么还需要录入计算机，这些工作就称为数据转换工作。对于许多应用系统来说，其工作量是相当大的，需要大量人力、物力及时间。

以上四方面的工作，对于实现系统都是不可缺少的。把实现系统的工作仅仅理解为买机器和编程序是不对的。

这些工作之间不是互不相干、孤立进行的。它们之间存在着互为条件又互相制约的关系。例如，没有一定的（不一定要全部）设备条件，则程序的编制、人员的培训、数据的转换就无法开始。同样，没有编好的应用程序，就无法培训软件操作人员，没有编好录入及检验程序，就无法开始进行数据转换。反过来，已录入的数据又可以作为调试某些应用程序的试验数据，录入数据的工作也可以和培训人员结合起来进行，而且，应用程序是否易用，硬件设备是否可靠也要通过试用才能确定，而培训人员和数据转换就是一种试验使用。

第二节 分阶段开发方法

信息系统的硬件设备主要是指计算机与通讯设备两大部分。本书不准备更多地涉及通讯设备的专门技术，这里只就计算机的问题提出应注意的问题。

(1) 环境问题。电子计算机对环境是有一定要求的，这包括清洁、温度、湿度、电源等方面。规模在工作站及小型机以上的计算机，都应该有符合一定条件的专用机房，即使是微型机，也应该尽量保证所在房间的清洁与一定的温度，湿度。磁记录设备，特别是磁盘，很容易受到灰尘的侵害。虽然现在越来越多的系统采用硬盘，以提高对灰尘侵害的抵御能力，但是，保持清洁的环境对于提高系统的可靠性仍然是十分重要的。保持良好的工作环境不仅需要必要的设备，更加需要良好的管理与严格的制度，这方面的问题在以后讨论系统的运行管理时还要详细讨论。在这里我们需要强调的是在建立机房和购置设备的同时，必须同时建立必要的管理制度，并且从一开始就严格执行。电的质量也是环境中的一个重要因素。除了对于停电应采取必要的预防措施（如安装不间断电源，准备备用发电机，双路供电等），还要考虑电压与频率的波动情况，特别是对于高压冲击要注意防止，以免危害计算机系统。一般条件下至少要安装稳压电源。

(2) 设备验收的组织是十分重要的。由于电子计算机设备比较复杂，在验收时必须十分仔细，要有专人负责，交代清楚，手续明白，即使是一条电线，一个插头也必须弄清楚。应尽量把可能遇到的各种情况考虑到，并用适当的方法测试系统在技术文件规定的极限工作条件下的运行状态。为此，除了对各种设备作必要的试验之外，还要事先准备一些考机程序，以便检测与用户使用有关的各种软件功能。此外，在验收时应注意资料的完整性。不论是用户的各种参考资料，还是操作员使用的运行维护手册，都必须清点归档，妥善保管。不少单位由于对这点注意不够而影响了系统的正常运行。

关于备用配件的问题，在硬件购置中也应引起注意。一般来说，电子器件不易损坏，而机械设备则由于经常处于振动中，比较容易损坏，如打印机。因此，对于这些易损件，应准备充分必要的备件。此外，各种不同类型的设备也要备用一定的消耗品，如打印纸、色带、卡片、纸带等，还有微型机上的软磁盘也是比较容易损坏的。这些物资的保证也是系统正常运行所不可缺少的。

总之，硬件的购置工作是系统实现中的一个重要方面。项目的负责人并不一定通晓这方面的所有技术细节，因此需要委托硬件设备方面的专家来具体负责，而项目负责人则负责协调与督促。

第三节 操作人员的培训

操作人员的培训必须在系统的实现阶段及早开始进行。这不仅是为了在系统完成之后可以立即投入使用，也是为了对硬件和软件进行检验和进一步修改和完善。

从硬件方面来说，未来的硬件操作人员应该对设备的操作及维修进行比较系统的学习，这样才能保证将来系统的正常运行。未来的操作人员应该从接收设备开始，就对计算机及其他设备进行各种操作和试验。尽量在计算机的试运行阶段，利用供应单位提供的技术服务，尽快地掌握所需的技术。硬件操作人员的工作比整个系统投入使用的时间要早得多。从设备到达开始，硬件操作人员就开始工作了。程序员在机器上调试程序，软件操作人员学习使用应用软件，录入员进行数据转换工作，都要求硬件操作人员做好设备管理及维护工作。不能认为计算机比较容易操作，就可以不设专人管理。必须有切实掌握使用和维护方法的人负责，计算机才能保持良好的工作状态。硬件操作人员常常是边干边学，项目负责人应合理安排他们的工作和学习，光干不学是做不好工作的。

软件操作人员的任务是学会运行和使用各种系统和应用程序。和硬件操作人员不同，除随机器购置而来的系统软件及应用软件包外，他们用的还有相当大量的我们自己研制的成果，而硬件操作人员学的是随机器来的资料。作为第一批使用者，软件操作人员同时担负着考察应用软件的正确性和质量的任務。项目负责人不应该把他们只看作被动的学习者，而应该把它们作为完善系统的一支重要力量。除了对应用软件本身进行考验之外，通过人员培训还应逐步形成使用手册等成文的材料，以便系统能够成为为使用者服务的有效工具，真正发挥其在管理中的作用。

第四节 数据转换

数据转换工作是系统实现中常常被忽视的一项重要任务。从表面上看，这项工作似乎很容易，只是繁琐的简单劳动。事实上，这一工作并不简单。首先，要把原来系统中的数据整理出来，其工作量是非常大的。在一般的手工处理的信息系统中，信息缺少、不一致的情况是常常发生的。出现这种情况时，必须由有经验的管理人员来补充，其他人是做不了这项工作的。这一整理工作应该尽早开始进行，决不能等机器。其次，把整理出来的数据转化为新系统所要求的格式。进行这项工作的人，必须完全了解新系统的设计，并应对于这一转换的方法、原则十分清楚，否则就会出岔子，即使找一部分录入员或其他人员来帮忙，也总需要有能掌握全局的人员来组织管理并及时解决各种意外情况，在数据整理出来，录入人员把数据送入机器后，必须进行种种校验。校验发现的错误可能有四个来源：原始数据就是错的；整理时抄写或计算错误；录入人员的错；检验程序本身的错。因此，必须利用计算机和手工两方面的功能去分析及纠正这些错误，这一工作是十分难做的，必须有高度的负责精神和充分的耐心。但是在实际工作中，这些困难往往被大大地低估了，应引起充分注意。

做好数据转换工作需要有几方面的条件。首先，项目负责人的重视，必须充分估计其工作量和可能遇到的困难，安排足够的力量去做好这一工作。其次，要得到管理人员的理解和大力配合，数据转换工作中许多问题的处理要由管理人员来决定。第三，要充分利用计算机的能力来帮助我们查错及改正错误。必要时还需要为此目的编写专用程序。

在各种不同的系统中，数据转换工作的数量和困难程度也不同。以情报检索、档案管理为主要目的的系统在这方面的工作量最大。此外，财务、工资、库存等系统也需要进行不少数据转换工作。

第五节 交付使用的方式

以上四方面的工作也都是按照自顶向下的思想分阶段实现的。例如，硬件的配置可以按照版本的需要分批到货，先购置为研制程序所必需的部分设备，然后再购置为前两三个版本所需要的培训人员和进行数据转换所需要的设备，全部使用起来所要的设备可以晚一些到货。当然，这必须从各方面全面考虑，但是，根据需要，分阶段配置常常可以减少积压和浪费。

每一个版本的调试完成，都不只是程序编写的问题，同时也包括其他几方面的进度要求。例如，到某一个阶段时，操作人员培训到一定的阶段，就可以让操作人员来表演；到某一个工作阶段，某个重要数据文件应该开始录入，何时录完，等等。

按照自顶向下的方法实现系统，使系统联调和试运行的工作随着项目的进展而同时逐步地进行和完成，因而比较从容且有把握。

到系统基本完成的时候，项目负责人就应该开始考虑新旧系统的交替问题，即如何交付使用。

交付使用有多种方式。图 17.1 显示了四种不同的交付使用的方式，它们各有自己的特点，各可以在一定的范围和条件下使用。

直接方式（或称立即方式）是最简单易行的。规定好交换的时刻，在这一时刻，旧系统停止工作，新系统开始工作。这种方式最为简便。但是，一旦新系统发生问题就会给工作造成巨大损失，对于一些工作有连续性，有大量积累数据的系统，或者十分重要的关键部门，显然是不宜采用的。只有如电话交换台这样的没有数据积累问题的系统才能采用。

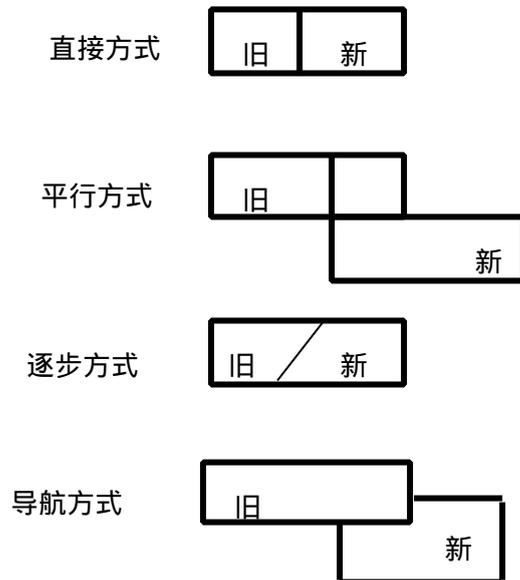


图 17.1 不同的交付使用方式

平行方式则考虑了安全问题，让新旧系统并行工作一段时间，以便检查应修改新系统，避免造成工作的损失。但是，在并行期间，不仅需要双份的人力物力进行工作，还要有附加的工作人员对两个系统的运行情况进行核对与检查。对于许多系统来说，这样沉重的负担是承受不了的。

为了避免并行的巨大开支，可以把系统的交付使用分阶段进行，这就是逐步方式。在这种方式下，不是同时对整个系统进行更换，而是首先把系统的一部分换成新的，经过一段运行确定稳定下来之后，再把另一部分更换下来，这样逐步把整个系统换成新系统。在每一部分更换时可以根据该部分的特点，在这一局部范围之内，采用直接方式或平行方式。这就避免了大量的重复和浪费。同时，也使工作人员能够集中力量注视着更新的部分，从而有把握使系统平稳地转到新的工作状态去。这种方式的主要问题在于，当系统中某一部分已经换成新的，而另外各部分还是旧的，它们之间能否很好地协同工作？接口是否一致？如果有问题，还要采取某种临时措施，包括编写一些临时用的程序，以便协调各部分的工作。这样，又出现了新的问题与新的负担。

另一种可能采取的方式是在新系统未开始工作时，先处理少量业务，作为对新系统的功能进行检查的手段。例如，记帐的工作中每周抽一天用新系统工作，以后再逐步增加。又如，库存管理工作，首先把库存中金属制品部分的管理业务担负起来，以后再逐步扩大到其他物资，等等。这种方式称为导航方式。它的实质是在正式运行之前，先进行一段规模适中的试验运行。

总之，交付使用的各种方式各有特点也各有要注意的问题，信息系统研制项目的负责人员应该考虑并组织交付使用的工作。

实施方案中规定了系统的总体结构和各模块的设计要求。这些都是对全局而言的，事实上，各模块是不可能同时开始研制，一起完成的。首先，我们不可能有那么多的程序员，大的系统可能上百个模块，一般很难找到上百个程序员同时编写。其次，即使我们有足够的程序员，由于模块的规模一般都控制在一两个月的工作量范围内，当所有程序员完成他们所担负的任务之后，就都处于无事可做的状态之中。而此时，系统的负责人则忙于验收和联调，解决由于一下子全面铺开而必然产生的接口调整问题。因此，人力需要大起大落，工作的质量、各部门的正确衔接都得不到保证。不管我们事先设想得多么周到，在各部门之间总还会出现许多需要临时调整的问题，全面铺开使我们无法从容地处理这些问题。总之，全面铺开在实际上不可能，对研制工作也有许多不利之处。因此需要把模块分成若干批，分期实现。

那么，怎样分批呢？什么样的模块先实现，什么样的模块后实现呢？按照一般的想法，常常是抓住几个最基层的模块，先编制出打印报表、屏幕录入、屏幕显示等可见的功能，然后再把它们用一个主程序联接起来。这种自底向上的方法是不好的。首先，各模块之间连接的接口并没有事先调整好，很可能出现对不上的情况，如果出现了这种情况，已经调好的模块就要修改，甚至重写。当进行更高一层的连接时，又可能发生这种情况，这时的修改不仅会影响到直接有关的模块，而且还会影响到这些模块所调用的更下一级的模块。这样就会造成多次返工，不但浪费人力物力，而且无法保证完工时间。这种自底向上的办法是不可取的。正确的方法是自顶向下。

(1) 首先保证系统结构和接口的正确性。再去考虑模块内部功能的完善。所谓结构和接口，实质上就是模块之间的调用关系和数据（即参数）传递的问题。为了保证这些数据准确无误，我们要求：先实现上层模块；后实现下层模块。当然这不是对结构图中全体模块来说，而是对每一对上下联接的模块来说的。说得更确切一点，对于结构图中每一条上下连接的线段来说，它上端的模块和下端的模块，或者是同一批实现，或者是上端先于下端实现。

这样，除了少数上下同批实现的情况之外，总是上层的模块要早一些调试完成。在调试上层模块的时候，下层模块是一个虚的实体，称为“存根”，即只用几条简单的语句写成一个子程序。其对外部分——名称及参数已经写成，并符合上层模块的调用要求，即口径完全一致。但其内部处理至多有一句象征性的语句，在屏幕上或打印机上显示一个信息，以表明调用成功。到以后实现该模块时，就以这个“存根”为外壳填充具体内容，这样，我们就有把握保证口径的完全一致，而专心调试其内部功能。

(2) 首先选择使用最频繁、最主要的典型业务加以实现，以便和使用者及时交换意见，进行必要的调整和修改，这是对上一点的补充。强调这一点，并不等于对整个系统来说都是先实现上层模块。因为上层模块一般都是只执行控制功能，具体工作都是由下层模块做的。如果我们向用户表演的内容中没有一点实际的操作，用户是不会满意的。所以，在实际工作中，首先选择一项最迫切需要的典型业务，由它所涉及的最基层模块向上取，一直取得最顶层的模块，构成我们第一批实现的模块，我们把这称为第一个版本。

(3) 把涉及同一个数据存储（文件或数据库）的模块集中在同一批中，即集中在同一个版本中。按数据存储的重要性排序，先实现最重要者的有关模块，再实现次重要者的有关模块。这样随着模块的完成，各数据存储也就逐个建立起来了。

这样，我们每一批实现的模块并不多，系统研制的负责人可以集中力量解决这几个模块所涉及的有限几处接口问题，认真验收每一个模块的功能。程序员也可以分阶段地逐个接受任务，研制各个具体模块。整个工作就可以有计划、有步骤地进行，不但在规定时间内可以有切实完成的把握，而且每一个阶段可以向使用者提供可以看得见用得上的工作成果。这样，无论是使用者还是研制人员本身，都可以建立起取得研制工作成功的信心。这对于项目的顺利进行是至关重要的。

第十八章 系统的运行管理

重视运行管理是信息系统工程的一个基本思想。管理信息系统是随着系统的变化而不断发展变化的，运行管理工作是系统开发工作的自然延续。国内外大量事实证明，没有科学的运行管理，管理信息系统不但不能有效地发挥作用，而且自己也会陷于混乱和崩溃。本章即讨论管理信息系统的运行管理中，应当着重注意的几个要点，包括运行情况的记录、系统修改、系统审计。

第一节 运行管理的任务

信息系统与其他任何系统一样，需要进行科学的组织与管理。没有科学的管理，系统不会自动地为管理工作提供高质量的信息服务，而且信息系统本身也会瓦解。

作为一个复杂的、面向社会的人机系统，作为一个软件，信息系统的维护和管理具有特别重要的意义。由于软件本身存在可靠性问题，所以，计算机应用系统在使用中必然要边用边改。正如一些专家指出的，软件产品的特点是“样品即产品”。我们不可能事先产生出一个样品，再去成批生产，像有些商品那样。目前，也还没有可供实际合作的程序可靠性的证明方法。因此，在发现错误时及时进行修改，就成为系统投入运行以后的一项经常性的任务。作为人机系统，由于使用人员的变更，使用方式的变化，系统的状态处于经常的变动之中，不像某些完全由机械组成的系统那么稳定，所以更需要科学的管理。由于系统面向复杂多变的社会环境，系统必然会遇到各种各样的意外情况及变化情况，需要妥善地及时地加以处理。所有这些都使信息系统面临着繁重的维护任务。

信息系统的管理工作不能与机器本身的管理工作等同起来。计算机应用系统的任务是为管理工作服务，它的管理工作是以向一个组织提供必要的信息为目标的，是以能够满足管理人员的信息需求为标准的，而机器本身的维护工作只是这一工作的一小部分，只是提供了硬件的保证，真正做到向管理人员提供信息还需要做许多软件操作、数据收集、成果提供等工作。因此，信息系统应该有专人负责管理。这里说的专人。不应该是只管理硬件设备的硬件人员，应该是由了解系统功能及目标的、与管理人员直接接触的信息管理人员。

管理和维护工作是系统研制工作的继续，其任务包括以下四个方面：

- (1) 日常运行的管理；
- (2) 运行情况的记录；
- (3) 对系统进行修改与扩充；
- (4) 对系统的运行情况进行检查与评价。

这些工作做好了，信息系统就能够如预期的目标那样，为管理工作提供所需的信息。反之，这些工作做不好，系统就不能如预期的那样发挥作用，而且系统本身也会崩溃而无法使用。

第二节 科学管理的条件

为了完成上节所提出的各项任务，需要具备以下几个条件。

(1) 要有系统研制的完整材料。在上一章中，曾提到在交付使用时，应该移交完整的资料。这些资料应包括在系统分析阶段的各种调查研究的记录、逻辑设计的方案、系统规格说明书、系统设计阶段的结构图、各模块的设计说明书、系统实现阶段的各项工作情况的记录，直到验收报告。研制工作中的各种工作文件，包括可行性报告、系统规格说明书、实施方案也都应该完整地保存在档案中。即使系统的管理人员本身就是当初的研制人员，这些资料也必须很好地存档保管起来，以便随时查找。因为在相当一段时间以后，即使是自己研制的项目，也会有所遗忘，更不要说每一个模块的技术细节了。如果系统主管人员不是当初的研制人员，那么他就应该花一些时间，认真地熟悉这些资料，以便管理好系统。这些资料是系统管理的重要依据，决不可散失，最好有专人保管。

(2) 系统的工作人员要有严格的分工。这里所说的人员包括以下几类：系统主管人员、操作人员（包括硬件操作人员和软件操作人员）、程序员、录入员及辅助人员，当然，对于较小的应用系统来说，有些可以合并。系统主管人员的任务是全面负责系统的安全和正常运行，掌握系统的修改及改进，并负责指挥和调度其他的工作人员。他应该了解系统的全局，包括设计思想、系统结构、实现方法及目前的状态；他应该和组织或企业的领导保持经常的接触，不断了解领导和管理人员对信息的要求，以及他们对信息系统工作的要求及评价，并由此考虑系统的改进与扩充。系统主管人员虽然不一定是计算机技术人员，但是他必须具有信息处理的知识和经验，对本组织的业务有比较深的了解，否则是做不好这项工作的。操作人员的任务是运行应用系统，完成例行的信息处理任务，如报表生成等工作。他们应该严格按照规定的操作规程进行操作，并且详细记录运行情况。程序员在这里的任务是根据系统主管人员的安排，对软件进行修改与扩充，同时，满足用户的临时要求。录入员的任务是完成例行的数据录入的任务。只要是活的、真正发挥作用的系统，总会有一些新的数据需要录入或更新，准确地把这些数据存入计算机，就是录入人员的责任。辅助人员在这里主要指的是为了完成信息服务工作而设置的工作人员，如为了把信息及时地分到使用者手中而设置的人员。系统越大，涉及的人员就会越多，分工就会越细。对这些人员的组织、安排、培训，都应由系统主管人员负责。

(3) 每项工作要有严格的规程和工作步骤。信息处理工作是涉及系统全局的重要工作，必须非常严肃认真地进行，每一个环节都应该按照系统设计的要求，严格地执行。例如，从基层或信息源收集上来的原始资料，应该由审核人员经过审查之后，才交录入人员录入，录入之后还应由审核人员中操作人员进行验收，才能进入正式文件或数据库。如果工作不是这样严格地进行，数据出现错误或遗漏，就会给系统造成损害。

(4) 系统运行的情况要详细地记录下来。系统运行的情况是以后评价与改进系统的依据，这些情况的记录一般是由操作人员或录入人员记录的，系统主管人员应该进行督促，以保证这一工作的正常运行。关于记录的内容及方式，本章第四节将专门讨论，这里不再多谈。

总之，为了进行科学的管理，为了保证系统能够正常地运行，产生切实

的效益，应从以上四个方面创造条件。单位的领导应该为系统的正常运行创造必要的条件，支持信息系统的科学管理，给信息系统的主管人员以必要的支持（包括授权及制订工作规范）。

第三节 日常运行的管理

信息系统投入使用后，日常运行的管理工作是相当繁重的。以下简单地列举需要完成的各项任务。

1. 新数据的录入或存储数据的更新

例如，在库存管理工作中，进货出货的业务处理，每天的业务都应该及时、准确地收集起来并且录入计算机。这里的任务包括三项：收集、校验及录入。

(1) 收集工作常常是由分散的各业务部门的兼职工作人员进行的。因此，其组织工作往往是比较难以进行的。然而，如果这一工作不做好，整个系统的工作就是建立在沙滩上的。

(2) 校验的工作，在较小的系统中，往往是由系统主管人员自己来完成。在较大的系统中，一般需要设立专职人员来完成这一任务，国外称为数据控制人员。需要指出的是，对于担负数据校验工作的人员，对其业务要求是比较高的。因为，对于信息系统来说，最重要的资源是数据，一切硬件、软件及其他资源，都是为了保证数据的及时、完整及准确，整个系统的效率或对外的形象都依赖于它所保存的数据。无论多么先进的硬件设备，无论多么完善的加工功能，如果没有及时的完整的准确的数据，都不能发挥实际的效益。在数据由手工处理方式转变到计算机处理的过程中，要把好关是不容易的。一方面，校验者必须对系统所处理的业务有足够的了解。许多数据的正确或错误是不能只从数据本身字面上来判断的，往往需要对数据本身的逻辑含义的理解，甚至需要相当的实际经验。对于系统所处理的业务一无所知是不可能做好校验工作的。另一方面，从事校验工作的人，又必须对计算机系统对数据的要求（包括格式、范围、平衡关系等）有确切的了解。

(3) 录入工作是比较简单的，其要求是迅速与准确。录入人员的责任在于把经过校验的数据送入计算机，他们应严格地把收到的数据及时准确地录入计算机系统。他们并不对数据在逻辑上、具体业务中的含义进行考虑与承担责任，这一责任是由校验人员承担的，录入人员只需要保证送入计算机的数据与纸面上的数据严格一致。因此，不能由录入人员代替校验人员，这是由录入人员和校验人员的职责决定的。当然，这两项工作也不是截然分开的。某些校验工作是在录入之前完成的。另外，还需要用事先准备好的程序来检验录入工作的质量。在许多系统中，为了保证重要数据的安全，常常在录入或更新数据时，先把新录入的数据存放在临时的工作文件之中，而不让录入人员直接接触重要数据文件本身。待经过检验确实无误之后，再由系统管理人员或负责数据检验的人员，运行专门的程序，存入数据或进行更新。总之，必须由系统主管人员本身或比较熟悉系统的专职人员把关，以确保数据的安全。这方面的工作，局外人并不直接了解，然而，却是整个系统有效地工作的基础。

2. 信息处理和信息服务

在保证基本数据的完整、及时和准确的前提下，系统应完成例行的信息处理及信息服务工作。常见的工作包括：例行的数据更新、统计分析、报表生成、数据的复制及保存、与外界的定期数据交流等等。这些工作，一般来说都是按照一定的规程，定期或不定期地运行某些事先编制好了的程序，这是由软件操作人员来完成的。这些工作的规程，应该是在系统研制中已经详

细规定好了的，操作人员也应经过严格的培训，清楚地了解各项操作规则，了解各种情况的处理办法，这些工作是在系统已有的各种资源的基础上，直接向领导、管理人员及其他使用者提供信息服务，当然，这里只包括例行的服务，组织软件操作人员，完成这些例行的信息处理及信息服务工作，是系统主管人员又一项经常性任务。

3. 运行与维护

为了完成前面所列的数据录入及例行服务工作，要求各种设备始终处于正常运行的状态之下，为此，需要有一定的硬件工作人员，负责计算机本身的运行与维护。对于大型计算机，这一工作需要较多的专职人员来完成，对于微型机，则不要求那么多的人员及专门设备。然而，这并不是说，微机没有硬件运行及维护工作要做，相反，如果没有人对硬件设备的运行维护负责，设备就很容易损坏，从而使整个系统的正常运行失去物质基础，这种情况已经在许多单位多次发生。这里所说的运行和维护工作包括设备的使用管理、定期检修、备品配件的准备及使用、各种消耗性材料（如软盘、打印纸等）的使用及管理、电源及工作环境的管理等等。对于微型机来说，虽然不一定要许多专职人员来完成这些工作，至少也要指定能够切实负责的人员来兼管这些事情，无人负责是不行的。

4. 安全问题

系统的安全问题，也是日常工作的重要部分。对于计算机应用系统来说，安全问题包括三个方面。

（1）数据或信息的安全与保密，即系统所保存的数据不能丢失，不能被破坏、被篡改或被盗用。系统中的数据必须有可靠的备份，当系统出现故障（如停电、硬件故障、数据失真、软件故障等）时，有恢复补救的手段，不致造成工作的混乱与损失。另外，对于系统中的数据都应规定各种人员的使用权限，哪些人员可以查阅哪些数据，哪些人员可以修改哪些数据，都应有严格的规定，并且有切实的措施保证执行。这些措施包括物理的手段（如软盘、磁带的存档管理）和逻辑的手段（如保密字的设置）。

（2）软件（包括程序及资料）的安全。重要的程序必须把原版保存起来，日常使用复制的程序，以免由于一时的疏忽或误操作造成不可弥补的损失，这包括购进的各种程序和自己编制的程序。资料的保管也是十分重要的。从研制人员手中接收过来的研制过程中的各种材料，是信息系统科学管理的基础，决不能散失，同时，还记载与保存着系统日常运行的情况。各种程序的说明及使用方法一定要妥善地保存。这些工作都应该给予足够的重视。

（3）硬件设备的安全。对于从微型机到大型机都是十分重要的。如果没有一定的责任和严格的制度，也会出现不应有的故障，造成工作的损失。

总之，系统的安全应包括数据、软件和硬件三个方面。

上面讨论的四项任务是日常运行中必须认真组织、切实完成的。作为信息系统的主管人员，必须全面考虑这些问题，组织有关人员按规定的程序实施，并执行严格的要求和进行严格管理，否则，信息系统是很难发挥其应有的实际效益。

除了这些例行工作之外，常常还会向我们的计算机应用系统提出一些临时的信息服务要求。例如，临时查询某些数据，生成某些一次性的报表，进行某些统计分析，进行某种预测或方案测算。这些信息服务不在系统的日常工作范围之内，然而，其作用往往要比例行的信息服务大得多。随着管理水

平的提高和各级领导信息意识的加强，这种要求还会越来越多。领导和管理人员往往更多地通过这些要求的满足程度来评价和看待计算机应用系统。因此，努力满足这些要求，应该成为计算机应用系统主管人员特别注意的问题之一。满足这些要求的工作，其复杂程度是很不相同的，一般地说，基于系统已有的数据比较容易满足，需要增添新的数据则比较难满足；查询系统中现成的数据比较容易满足，需要加工综合的则比较难满足；加工方法已有，只是次序或参数变化的比较容易满足，需要新方法的比较难满足。因此，系统主管人员，必须对自己手中所掌握的数据及加工方法有确切的了解，才能准确地判断哪些能满足，哪些比较难满足，哪些暂时还不能满足，并估计出满足这些要求所需要的工作量（包括程序编写、数据录入、程序运行等）。从长远来说，系统的主管人员还应该积累这些临时要求的情况，找出规律，把一些带有普遍性的要求加以提炼，形成一般的要求，对系统进行扩充，从而转化为例行服务。这是信息系统改善的一个重要方面。当然，这方面的工作不可能由系统主管人员自己全部承担，因此，信息系统往往需要一些程序员。这些程序员的任务包括两方面，首先对于系统运行中发现的错误进行修改，根据情况的变化或用户需要的变化对系统进行修改和扩充。其次，满足使用者提出的各种临时要求。系统主管人员的责任在于全面地考察系统的运行情况，确定修改或扩充的目的、方向和要求，组织程序员对某一模块进行必要的修改或增添某一模块。系统主管人员负责保证全系统的结构完整，程序员负责正确地修改或扩充某一个模块。

从以上讨论可以看出，信息系统的日常管理工作是十分繁重的，不能掉以轻心。特别要注意的是，信息系统的管理决不只是对机器的管理，对机器的管理只是整个管理工作的一部分，更重要的是对数据及软件的管理。认为系统投入使用后，只需有人管机器的想法是不对的。当然，以上的讨论是分得比较细的，在一些较小的信息系统中，其中的一些工作可以合并起来，由较少的人员去承担。然而，尽管工作人员可以减少，上述各项工作却都必须完成，任何一方面的疏忽都会影响到信息系统的功能及实际效益。

第四节 运行情况的记录

在完成上节所述各项日常管理工作的同时，应该对系统的工作情况进行详细的记录。这个问题常常容易被忽视，因此，我们在这里作进一步的强调和说明。

系统的运行情况是十分重要和宝贵的资料。人们对于信息系统的专门研究，还只是刚刚开始，许多问题都处于探讨之中。即使对某一部门某一单位来说，也需要从实践中摸索和总结经验，进一步提高信息处理工作的水平。而不少单位却缺乏系统运行情况的基本数据，只停留在一般的印象上，无法进一步提高信息系统的工作水平，这是十分可惜的。信息系统的主管人员应该从系统运行的一开始就注意积累系统运行情况的详细材料。

在信息系统的运行过程中，需要收集和积累的资料包括以下几个方面。

(1) 工作的数量。例如，开机的时间，每天、每周、每月新提供的报表的数量，每天、每周、每月录入数据的数量，系统中积累的数据量，修改程序的数量，数据使用的频率，满足用户临时要求的数量等等。这些数量反映了系统的工作负担及所提供的信息服务的规模，这是反映计算机应用系统功能的最基本的数据。

(2) 工作的效率。即系统为了完成所规定的工作，占用了多少人力、物力和时间。例如，完成一次年度报表的编制，用了多长时间，用了多少人力。又如，使用者提出一个临时的查询要求，系统用了多长时间给出所要的数据。此外，系统在日常运行中，例行的操作所花费的人力是多少，消耗性材料的使用情况如何等等。随着经济体制的改革，各级领导越来越多地注意经营管理。任何新技术的采用，如果不注意经济效益是不可能得到广泛应用的。

(3) 系统所提供的信息服务的质量。信息服务和其他服务一样，不能只看数量，不看质量。如果一个信息系统生成的报表，并不是管理工作所需要的，管理人员使用起来并不方便，那么这样的报表生成再多再快也是没有意义的。同样，使用者对于提供的方式是否满意，所提供信息的精确程度是否符合要求，信息提供是否及时，临时提供的信息需求能否得到满足等等，也都属于信息服务的质量范围之内。

(4) 系统的维护修改情况。系统中的数据、软件和硬件都有一定的更新、维护和检修的工作规程。这些工作都要有详细的及时的记载，包括维护工作的内容、情况、时间、执行人员等。这不仅是为了保证系统的安全和正常运行，而且有利于系统的评价和进一步扩充。

(5) 系统的故障情况。无论大小故障，都应该及时地记录以下这些情况：故障的发生时间、故障的现象、故障发生时的工作环境、处理的方法、处理的结果、处理人员、善后措施、原因分析。这里要注意的是，我们所说的故障不只是指计算机本身的故障，而是对整个信息系统来说的。例如，由于数据收集的不及时，使年度报表的生成未能按期完成，这是整个信息系统的故障，但并不是计算机的故障。同样，收集来的原始数据有错，这也不是计算机的故障，然而这些错误的类型、数量等统计数据是非常有用的资料，其中包含了许多有益的信息，对于整个系统的扩充与发展具有重要的意义。

在以上所提到的五个方面中，前面所列举的那些在正常情况下的运行数据是比较容易被忽视的。因为发生故障时，人们往往比较重视对有关的情况加以及时的记载，而在系统正常运行时，则不那么注意。事实上，要全面地

掌握系统的情况，必须十分重视正常运行时的情况记录。例如，打印机发生了故障，我们需要考察它是在累计工作了多长时间之后发生的故障。如果这时没有平时的工作记录，就无从了解这一情况。在可靠性方面，人们常常需要平均无故障时间这一重要指标，如果没有日常的工作记录，这一指标也就无法计算。

对于信息系统来说，这些信息的记载主要靠手工方式记录。大型计算机一般都有自动记载自身运行情况的功能。不过，即使是大型计算机也需要有手工记录作为补充手段，因为某些情况是无法只用计算机记录的。例如，使用者的满意程度，所生成的报表的使用频率都只能用手工方式收集和记录。而且，当计算机本身发生故障时，它当然无法详细记录自身的故障情况了。因此，不论在何种信息系统中，都必须有严格的记录制度，并且要求有关人员严格遵守，认真执行。

为了信息记载得完整准确，一方面要强调在事情发生的当时当地，由当事人记录，而决不能代填或倒填（这是许多地方信息收集不准确的原因之一）。另一方面，尽量采用固定的表格或本册进行登记，而不要使用自然语言含糊地表达。这些表格或登记簿的编制应该使填写者容易填写，节省时间。同时，需要填写的内容应该含义明确，用词确切，并且尽量给予定量的描述。对于不易量化的内容，则可以采取分类、分级的办法，让填写者选择打勾。总之，要努力通过各种手段，能够详尽准确地记录系统运行的情况。

对于信息系统来说，各种工作人员都应该担负起记载运行信息的信息。硬件操作人员应该记录硬件的运行及维护情况，软件操作人员应该记录各种程序的运行及维护情况，负责数据校验的人员应该记录数据收集的情况，包括各类错误的数量及分类，录入人员应该记录录入的速度、数量、出错率等。当然，系统主管人员自身应该记录整个系统的情况。要通过严格的制度和经常的教育，使所有工作人员都把记录运行情况作为自己的重要任务。

有些情况不是在本系统运行中记录下来的。例如，生成的表格的使用率，使用者对例行报表的意见等等。对于这些信息应该通过访问或发调查表等方式向使用者征集，这是由信息系统的服务性质所决定的。这种工作，可以定期进行。例如，结合季度、半年或一年的工作总结进行，也可以根据系统运行的情况，不定期地进行。不论哪种方式，信息系统的主管人员都必须亲自动手，因为这是对系统目标是否已达到的检验，是整个系统工作最根本的检验。企业或组织的领导人也应以此作为对计算机应用系统工作情况评价的标准。

第五节 系统修改工作的组织

信息系统的各项工作都应该有严密的工作规程和工作步骤，我们以系统的修改作为例子，进行比较详细的讨论。

前面已经讲过，由于软件可靠性问题，由于社会环境的不断变化，由于用户需求的不断扩充，系统的修改是不可避免的。但是，对于这种修改，决不能听任自流，否则，系统不但不会扩展功能，日趋完善，而且会使它越改越乱，以至瓦解瘫痪。

例如，操作人员或者使用者发现系统中有一处提示符是两个大于号（>>），他们感到使用不大方便，建议改为一个大于号（>）。他们找到某一程序员，询问能否进行这样的改动。从程序员的角度来看，这件事情很简单的，只要找出相应的程序块，找到相应的语句，修改一两个字符就行了。然而，当初设计者为什么采用两个大于号，这一点无论是操作人员和使用者，还是程序员都是不清楚的。很可能一个大于号在系统中还有别的用处，还可能在内部数据的传递和处理中，要用两个大于号和一个大于号进行某种区分。因此，这样的修改可能从局部来看，可以带来某些方便，但是对于全局来说，却可能造成无法预料的后果。如果这样改下去，系统研制时所精心设计的结构就被破坏，系统研制所留下的资料与系统的实际情况就会不相符合，很快就会导致系统的混乱以至无法工作。因此，这种修正方式是不能允许的。

不论是操作人员还是使用者，对系统有任何修改要求时，都必须填写正式的申请修改的表格，向系统的主管人员提出正式的申请。在申请修改的表格中，要明确地指出修改的理由、修改的内容与要求，并有明确的提出时间与申请人。系统主管人员接到这样的申请之后，则应该根据他对系统全局的了解，判断这一修改要求是否可行。有的修改要求从局部看是可行的，从全局来看则是不可行的，在这种情况下，系统的主管人员就应该驳回申请修改的要求，并向申请人说明，为什么不能进行该项修改。如果所提的修改要求是可行的，则需要进一步考虑目前是否迫切需要，一般地说，如果属于改错和适应环境变化，则应该尽快修改，如果是属于扩充功能则需要考虑其紧迫性，作出合理的安排。同时，还要估计修改所需要的工作量和我们现有的人力。根据这些情况，对于所要进行的修改作出安排，确定修改的步骤和时间。

在确定要进行某项修改之后，系统的主管人员应该向程序员正式下达任务。下达任务时，应该把系统中有关模块的全部资料（包括模块设计任务书、源程序、变量说明、调试报告、输出或显示样件）交给程序员，使他确切地掌握原模块的设计思想、实现方法及其他有关情况，同时把修改要求（即申请修改的表格，有可能有所修改）交给程序员，限定一定的工作期限，正式地把修改任务下达给程序员。这里有两点要注意。第一，分工必须明确，系统主管人员负责保证系统结构不被破坏，程序员保证本模块的正确修改。第二，修改期间，原系统仍在运行，因此，往往是把所要修改的模块复制出来，交给程序员去修改。

程序员完成所要求的修改之后，系统主管人员就可以验收这个新的模块。除了如同系统研制时验收模块那样，详细考察模块的功能之外，还应要求程序员把他所做的修改写成文字材料，说明修改了哪些地方，功能有什么变化，使用方式有什么变化。这些材料和原模块的资料一起收回，妥善保存

起来。这样，系统的档案资料就能和系统的实际情况始终保持一致。

验收之后，系统主管人员就可以选择适当的时机（大家都不用系统的时候），从系统中移出原模块，把新的模块换进去。为了安全起见，不是删除原模块，而是用改名的办法把它保存起来，以防万一。如果新模块出现了什么意想不到的情况，仍可以取出旧模块继续使用。这样的修改对于系统功能和使用方法会带来一些变化，因此，系统的主管人员需要向操作人员及所有使用者发出通报，明确地指出从何时起系统换了新的版本，新的版本在功能和使用方法上与原先的系统的区别，为了便于区分，常常采取把版本编号的办法。为了使版本的更换不要过于频繁，常常是把若干项修改作为一批，同时更换与通报。

这样的工作步骤看起来十分繁琐，然而对于维持系统的正常工作与不断改善，都是非常必要的。这里的关键在于系统的主管人员要负责维护系统的完整性，他需要掌握系统的全局，对系统的修改及发展方向做到心中有数。这一工作是不能由操作员和程序员代替的，因为，他们并不掌握系统的全局。

我们在这里只是作为一个例子详细讨论了系统的修改工作，事实上，数据的录入、例行的操作、临时要求的满足也都应有严密的工作规程和工作步骤。限于篇幅，不再详细说明。

第六节 人员组织及培训

在以上各节的讨论中，我们已在多处涉及到人员的组织和分工。由于信息系统本身的特点（运用先进的技术为管理工作服务），在工作中必然要涉及多方面的、具有不同知识水平及技术背景的人员。这些人员在系统中各起一定的作用，他们互相配合，共同实现系统的功能。这些人员能否发挥各自的作用，他们之间能否互相配合、协调一致，是系统成败的关键之一。系统主管人员的责任就在于对他们进行科学的组织与管理。如果系统主管人员不善于进行这样的组织和管理，所有的事情都必须自己动手去干，那么系统就与个人的工作方式、工作习惯联系在一起，就谈不上实现信息管理的现代化和科学化，就还是停留在小生产的手工业方式阶段，在这种工作方式下，现代化的大规模的信息系统是不可想象的。许多专家正确地指出，在信息系统的管理工作中，首先是人的管理，其次才是设备、软件、数据的管理。

人员的管理包括三个方面。首先，明确地规定其任务及职权范围，尽可能确切地规定各类人员在各项业务活动中应负的责任、应做的事情、办事的方式，工作的次序。简单地说，要有明确的授权。其次，对于所委托的工作要进行定期的检查和评价，为此，对每种工作都要有一定的评价指标。这些指标应该尽可能有定量的尺度，以便检查与比较。这些指标应该有一定的客观的衡量办法，并且要真正按这些标准去衡量各类工作人员的工作，即必须有检查和评价。第三，要在工作中对工作人员进行培训，以便使他们的工作能力不断提高，工作质量不断改善，从而提高整个系统的效率。

前两个方面，在以前各节中已经详细讨论过了，这里只是把各类人员的任务及其工作的评价指标简略地重复一下。系统主管人员的责任是：组织各方面人员协调一致地完成系统所担负的信息处理任务、掌握系统的全局、保证系统结构的完整、确定系统改善或扩充的方向，并按此方向组织系统的修改及扩充工作。其工作的评价标准应是整个应用系统在管理中发挥的作用及其效益。数据收集人员的责任是及时地、准确地、完整地收集各类数据，并通过所要求的途径把它们送到专职工作人员手中。数据是否准确、完整、及时，则是评价他们的工作的主要指标。数据校验人员（或称数据控制人员）的责任是保证到录入员手中的数据从逻辑上讲是正确的，即保证进入信息系统的数据正确地反映管理事实。在系统内部发现的不正确数据的数量及比例，是衡量校验人员业务水平的主要指标。数据录入人员的任务是把数据准确地送入计算机。录入的速度和差错率是他们工作的主要衡量标准。硬件和软件操作人员的任务是按照系统规定的工作规程进行日常的运行管理。系统是否安全正常地运行是对他们工作的最主要的衡量指标。程序员的任务是在系统主管人员的组织之下，完成系统的修改和扩充，为满足使用者的临时要求编写所需要的程序。编写程序的速度和质量是他们工作情况的衡量标准。

以上就是各类人员的责任及对他们工作的评价指标。

由于计算机化信息系统是出现时间不长的新事物，几乎所有的人员都只有边干边学才能做好所担负的工作。因此，在系统管理中，对人员的培训工作，是不可缺少的。从长远来看，这种工作将使系统具有不断发展不断完善的巨大潜力。无论对管理人员还是对计算机技术人员来说，都必须把学习新技术作为自己工作的不可缺少的部分。

信息系统的主管人员，应该鼓励并组织各类人员进行知识更新和技术学

习。给予时间、创造条件使他们能够在完成日常工作的同时，在业务知识和工作能力上不断有所进步。

各类人员的知识更新或业务学习，无疑应该围绕工作的需要进行。例如，了解所在系统的总目标、特点、业务处理方式。业务处理需要等情况，这对于计算机技术人员尤为重要。在银行工作的计算机技术人员应该逐步了解银行的业务工作，在工厂工作的计算机技术人员则应该逐步了解所在工厂的生产及管理情况。另一方面，对于从管理部门来的工作人员，则应该逐步了解计算机的基本构造、原理及使用方法。此外，对于各类人员都需要在工作中进行基本思想方法及工作方法的训练及培养。这包括：信息和信息系统的基本观点，信息系统为管理工作服务的基本观点，系统全面地考察问题的思想方法，重视人在信息系统中的作用的基本观点等等。同时，还应该养成严格遵守操作规程及工作步骤的工作习惯。

总之，在信息系统中，对各类人员的管理及培养，是一个不可忽视的重要问题。

第七节 系统的评价——审计

信息系统投入使用之后，是否切实发挥了为管理服务的作用，是否实现了使用者所提出的目标，这就需要进行全面地检验和分析，这种评价工作我们称之为审计。

审计的目的在于，全面检查信息系统的工作情况，根据使用者的反映及运行情况的记录，对于系统的目前状况给予客观的评价，从而指出系统改进和扩充的方向。

审计的内容基本上就是对本章前面各节所述的工作情况进行检查，看这个系统是否在各方面、各个环节上充分发挥了信息保证的作用，是否为使用者提供了所需要的信息。为了便于考虑，我们可以从两个方向进行了解和分析。一方面，从信息服务的质量和数量进行考查。如系统为使用者提供了哪些信息服务，包括查询、加工、报表生成等等。不但包括例行的信息服务，也包括临时性的信息需求的满足，这些都应该，也可以得到定量的数字。在质量方面，可以通过了解使用者的反映，调查所提供信息的使用频率及实际作用等方式，作出客观的评价。另一方面，可以从资源的利用效率来进行考查。例如为了完成目前所做的信息处理工作占用了多少人力、物力，花费了多少资金，用了多少时间，与所提供的信息服务产生的经济或社会效益来比较，是否合算，有没有浪费，有没有可以改善的地方，等等。显然，如果没有日常的大量的记录信息的工作，审计工作就很难顺利进行。当然，也可以采用研制系统时所采用的调查研究的方法去收集，但是那样所花费的力量就要多得多了。如果平时运行情况有详细的记录，情况就会好得多。因此，在日常运行管理中做好记录是十分重要的。

审计的具体方法及考察范围应根据系统的具体目标与环境而定。下面我们给出考察步骤的一般性建议。

1. 系统运行的一般情况检查

这是指从系统建立的目标及其用户接口方面提出并考察某一特定的信息系统。具体问题包括：

(1) 作为建立系统的目标而提及的各项业务，是否按所要求的质量与速度完成；

(2) 完成上述各项任务，用户需要付出的资源（人力、物力、时间）是否控制在预定的界限之内；

(3) 从系统运行的记录来分析系统各项资源（人力、设备、软件）的利用率如何；

(4) 询问最终用户，了解他们对系统工作情况（提供的材料质量、响应时间、使用方式等）是否满意，或满意的程度如何。

2. 从计算机技术方面进行检查

这是指对计算机的资源的利用状况进行审查，其中最常见的问题是：

(1) 主机运行时间中有效部分的比例如何，即检查系统开销（system overhead）是否过大；

(2) 数据传送的速度与数据加工的速度是否相互匹配；

(3) 外存是否够用，磁盘占用率有没有过高或过低的现象；

(4) 各类外围设备的利用率如何，是否比较均衡；

(5) 系统的响应时间是否符合使用者的要求。

3. 从使用效果方面检查

这是指从提供的信息服务的有效性来考察系统。其主要问题包括：

- (1) 所提供的信息中,哪些被用户认为是非常有用的,哪些则是无用的;
- (2) 所提供的信息中,哪些是需要及时提供的,哪些信息的提供时间不能满足使用者的需要,目前系统能够做到什么程度;
- (3) 所提供的报表有用率如何,报表上的信息有多少是使用者用不着的;

4. 从经济方面考察系统

在这方面应该考虑：

- (1) 系统的运行费用是多少;
- (2) 系统对加强管理工作发挥了哪些作用;
- (3) 系统的工作人员的负担状况如何;
- (4) 系统的维护费用(包括备用配件及软件修改费用)是多少。

关于审计工作,还有许多具体问题需要讨论,如:质量保障的组织措施,用户自己研制新的模块时的质量保障措施,审计组的组成及分工等等。这些都需要具体地安排与考虑。

审计工作可以是信息系统的主管人员自己动手进行,也可以是由系统之外的人员(例如上级)来进行。可以定期进行(半年或一年一次),也可以不定期地根据需要进行。但是,不管用哪种方式,进行审计的人员,应该都是比较了解计算机应用系统的。因为没有实际工作的体验,是很难对系统的质量作出客观的评价的。在这里,实际经验是十分重要的。为了做好审计工作,常常需要聘请外单位的从事类似系统的研制和管理的人员来参加,这样做有助于系统的进一步完善及扩充。

审计的结果是对信息系统的功能及效率作出评价,同时指出不足之处或者有待改进之处。十全十美的系统是没有的,问题是建议修改之处有多少,工作量有多大。如果修改的工作量很大,从经济上来看,还不如重新研制一个新系统,那么,原系统就应该报废,一个新的计算机应用系统又开始研制。这样,我们的工作就又回到第二章开始之处,旧系统的生命周期宣告结束,新系统的生命周期又开始了。

主要参考文献

- [1] 陈余年主编,《信息系统工程》(上),科学出版社,1990.
- [2] 三浦武雄等,《现代系统工程学概论》,社会科学出版社,1983.
- [3] L. 迈尔斯编,《系统思想》,四川人民出版社,1986.
- [4] 陈禹编,《信息系统的分析与设计》,电子工业出版社,1986.
- [5] G. 戴维斯,《管理信息系统》,新疆人民出版社,1988.
- [6] H. 西蒙,《管理决策新科学》(中译本),社会科学出版社,1982.
- [7] 高复先等编译,《总体数据规划与数据分析》,交通出版社,1991.
- [8] 雷利·E·朗,《计算机与信息系统指南》(中译本),电子工业出版社,1986.
- [9] 萨师焯、王珊编,《数据库系统概论》,高等教育出版社,1993.
- [10] 李显济主编,《计算机网络》,机械工业出版社,1988.
- [11] 日本情报处理学会编,《情报处理ハンドブック》,オーム社,1983.
- [12] 日本情报处理开发协会编,《情报处理技术者テキスト》1,日本工业新闻社.
- [13] 岸本英八郎等著,《经营情报处理概论》,日本经济社,1983.
- [14] IBM 公司,《AD/cycle》,1989.
- [15] p. Coad,《Object Oriented Analysis》,Jorden,1990.
- [16] James A. O'Brien,《Computer Concepts and Applications》,TRWIN,1989.
- [17] David A. Stamper,《Business Data Communications》,Benjamin / Cummings,1989.

