

第 1 章

软件工程的内容与方法

本章导读

21 世纪，什么技术将影响人类的生活？什么产业将决定国家的实力？可以毫不夸张地说，信息技术与信息产业是首选的答案之一。信息技术与信息产业的发展离不开软件技术与软件产业的支撑，软件工程是软件及其产品开发、生产、服务和管理的科学，由此可见学习软件工程的重要性和紧迫性。表 1-1 列出了读者在本章学习中要了解、理解和关注的主要内容。

表 1-1 本章对读者的要求

| 要 求 | 具 体 内 容 |
|-----|--|
| 了 解 | <ol style="list-style-type: none">1) 微软的企业文化2) CMM 的由来及其实质3) 软件工程与信息系统工程的关系4) 信息系统工程的内容5) 信息系统的建设方法6) 信息系统建设的成功案例 |
| 理 解 | <ol style="list-style-type: none">1) 软件工程的定义和作用2) 软件工程四个方面的内容：软件开发模型，软件开发方法，软件支持过程，软件管理过程3) IT 企业 ISO 9000 的文档编写方法和具体实施步骤 |
| 关 注 | <ol style="list-style-type: none">1) 软件工程的三种开发方法：“面向过程的方法、面向数据的方法、面向对象的方法”2) 软件工程的五个面向理论：“面向流程分析、面向数据设计、面向对象实现、面向功能测试、面向过程管理” |

1.1 软件工程的定义

计算机(Computer)由硬件(Hardware)和软件(Software)组成,硬件是看得见摸得着的电子机械设备块,如机箱、主板、硬盘、光盘、软盘、电源、显示器、键盘、鼠标、打印机、电缆等等。软件是依附在硬件上面的程序、数据和文档的集合,是指挥控制计算机系统(包括硬件和软件)工作的神经中枢。如果将硬件比做人的身体,那么软件就相当于人的神经中枢和知识才能。

软件的分类比较复杂。分类方法不同,内容也不同。表 1-2 从 5 个不同角度对软件进行了分类。

表 1-2 软件的分类

| 序 号 | 分 类 方 法 | 软 件 内 容 |
|-----|---------|---|
| 1 | 按功能分类 | 1) 系统软件(如操作系统) 2) 支撑软件(如数据库管理系统、CASE 工具系统) 3) 应用软件(如信息系统) |
| 2 | 按规模分类 | 1) 小型软件 2) 中型软件 3) 大型软件 |
| 3 | 按工作方式分类 | 1) 实时软件 2) 分时软件 3) 交互式软件 4) 批处理软件 |
| 4 | 按服务对象分类 | 1) 项目软件(为用户定制) 2) 产品软件(面向特定的客户群开发) |
| 5 | 按销售方式分类 | 1) 订单软件(已签订合同) 2) 非订单软件(未签订合同) |

计算机工程(Computer Engineering)由硬件工程(Hardware Engineering)和软件工程(Software Engineering)组成。硬件工程是研究硬件生产和硬件管理的工程科学,其内容包括计算机及网络硬件的分析、设计、生产、采购、验收、安装、培训、维护。软件工程是研究软件生产和软件管理的工程科学,其内容包括市场调研、正式立项、需求分析、项目策划、概要设计、详细设计、编程、测试、试运行、产品发布、用户培训、产品复制、销售、实施、系统维护、版本升级。由于软件的生产和管理比硬件复杂,积累的经验不如硬件那么丰富,所以软件工程的研究成为一个长期的热点。

【例 1-1】请读者规划、设计、安装一个校园网。这是一个硬件工程,其中要完成的工作内容包括:制定设计方案,网络设备的选型、配置、采购、验货、布线、安装、

调试、运行和交付。在安装和调试中，又要安装和调试许多软件，如网络操作系统、数据库管理系统、教学软件系统、办公自动化系统、防火墙及杀毒软件等。

由于有这么多软件也需要选型、配置、采购、安装、调试，所以在今天，除了生产硬件的厂商之外，纯粹的“硬件工程”几乎不存在，大多数硬件工程都与软件有关，于是就出现了一个新名词“网络工程”，它是介于硬件工程和软件工程之间的系统工程，人们称它为“系统集成工程”。

软件的定义

为了弄清软件工程的定义，首先要了解程序和软件的概念。

一般认为，程序是计算机为完成特定任务而执行的指令的有序集合。站在应用的角度可以更通俗地理解为：

面向过程的程序 = 算法 + 数据结构

面向对象的程序 = 对象 + 消息

面向构件的程序 = 构件 + 构架

通常，软件有以下定义：

软件 = 程序 + 数据 + 文档

上述定义看起来很简单，实际上却来之不易。表 1-3 列出了美国人对软件定义的认识过程。

表 1-3 美国人对软件定义的认识过程

| 年 代 | 对软件定义的认识 |
|-------------|--|
| 20 世纪 50 年代 | 软件就等于程序，软件系统就是程序系统 |
| 20 世纪 60 年代 | 软件等于程序加文档。这里的文档，是指软件开发过程中的分析、设计、实现、测试、维护文档，还不包括管理文档 |
| 20 世纪 70 年代 | 软件等于程序加文档再加数据，这里的数据不仅包括初始化数据、测试数据，而且包括研发数据、运行数据、维护数据，也包括软件企业积累的项目工程数据和项目管理数据中的大量决策原始记录数据 |

至于对管理文档的全面认识，那就更晚了。直到 1974 年，美国人才开始认识到软件需要管理。1984 年，美国人开始认识到软件管理是一个过程管理，或是一个管理过程。1991 年，出现了软件过程能力成熟度模型 CMM 1.0 版，人们研究了软件过程管理的具体内容与方法，并将软件开发和管理中产生的各种文档叫做“软件工作产品”，而将最后交付给用户使用的软件工作产品叫做“软件产品”。1996 年，出现了统一建模语言 UML 0.9 版，称软件管理文档为“管理制品”称软件开发文档为“技术制品”，两者合称为“制品 (Artifact)”。

我国业界对软件定义的理解和掌握程度，曾落后于美国人，现在正努力追赶。随

着我国 IT 产业的飞速发展，我们对软件的认识也在日益加深。

文档在软件工程中特别重要，文档是否规范与齐全，是衡量软件企业是否成熟的重要标志之一。软件文档分为开发文档和管理文档两大类。开发文档主要由项目组书写，用于指导软件开发；管理文档主要由软件工程管理部门书写，用于指导软件管理和决策。两类文档的标准、规范和编制模板，全公司范围内要统一，这个统一工作由软件工程管理部门完成。开发文档本身具有严格的层次关系和依赖关系，这种关系反映在如下的覆盖关系之中，即有

- (1) 《目标程序》覆盖《源程序》。
- (2) 《源程序》覆盖《详细设计说明书》。
- (3) 《详细设计说明书》覆盖《概要设计说明书》。
- (4) 《概要设计说明书》覆盖《需求规格说明书》。
- (5) 《需求规格说明书》覆盖《用户需求报告》。
- (6) 《用户需求报告》覆盖《软件合同》 / 《软件任务书》。

2. 软件工程的定义

软件工程是研究软件开发和软件管理的一门工程科学。

这里一是强调开发（或者叫做研发 / 制造 / 生产），二是强调管理（或者叫做过程管理）。当然，开发中有管理，管理是为了更好地开发。所以开发和管理是一个问题的相辅相成的两个方面。

软件工程作为一个专业术语，诞生于 1968 年北大西洋公约组织在德国举行的一次学术会议。软件工程作为一门工程科学，到 20 世纪 70 年代末至 80 年代初才正式形成。根据《软件工程技术概论》（北京：科学出版社，2002）一书的记载，我国软件工程的第一本书籍，是由朱三元等人编著的《软件工程指南》，出版时间为 1985 年。

纵观软件工程发展的历史，它经历了传统软件工程时代、对象软件工程时代、过程软件工程时代、构件软件工程时代。目前的软件工程发展趋势，正在这 4 个时代的基础上，朝着流水线装配软件工程的方向发展，以迎接软件发展的 4 大趋势：流水线生产化、网络化、服务化与全球化。

3. 现代软件工程研究的内容

关于现代软件工程研究的内容，至今没有统一的说法。可以认为，现代软件工程研究的内容涵盖了“软件开发模型、软件开发方法、软件支持过程、软件管理过程”这 4 个方面，如表 1-4 所示。

尽管软件开发模型和软件支持过程非常重要，但是现代软件工程研究的重点，仍然是软件开发方法和软件管理过程。在软件管理过程的内容中，除了 ISO 9000 和 CMM 之外，还将软件企业文化也列入其中，如微软企业文化和 IBM 企业文化。

表 1-4 现代软件工程研究的内容

| 序 号 | 研 究 方 面 | 具 体 内 容 |
|-----|---------|---|
| 1 | 软件开发模型 | 如：瀑布模型、增量模型、原型模型、迭代模型 |
| 2 | 软件开发方法 | 如：面向过程的方法、面向数据的方法、面向对象的方法 |
| 3 | 软件支持过程 | 如：CASE 工具 Rose、北大青鸟系统、PowerDesigner、ERwin |
| 4 | 软件管理过程 | 如：ISO 9000、CMM、软件企业文化 |

【例 1-2】请读者开发一个“图书馆信息系统”，即图书馆 MIS。这是一项软件工程，为了完成这项任务，读者首先要选择软件开发模型，确定开发方法，准备开发工具，设计开发环境和运行环境，然后进行需求分析、概要设计、详细设计、编程、测试、试运行、正式运行、验收和交付，最后是系统维护或系统升级换代。这样，读者就按照所选择的开发模型，走完了软件的一个生存周期。这一系列的软件开发过程和管理过程，就是软件工程。

4. 软件工程的基本原理

习惯上，人们常常把软件工程的方法（开发方法）、工具（支持方法的工具）、过程（管理过程）称为软件工程三要素。而把 B.W.Boehm 于 1983 年提出的 7 条原理作为软件工程的基本原理。

(1) 用分阶段的生存周期计划严格管理软件开发。阶段划分为计划、分析、设计、编程、测试和运行维护。

(2) 坚持进行阶段评审。上一阶段评审不通过，就不能进入下一阶段开发。

(3) 实行严格的产品版本控制。

(4) 采用现代程序设计技术。

(5) 结果应能清楚地审查。因此，对文档要有严格要求。

(6) 开发小组的成员要少而精。

(7) 要不断地改进软件工程实践的经验和技能，要与时俱进。

上述 7 条原理，虽然是在面向过程的程序设计时代（结构化时代）提出来的。但是，直到今天，在面向数据和面向对象的程序设计新时代，它仍然有效。根据“与时俱进”的原则，还有一条基本原理在软件的开发和管理中特别重要，需要补充进去，作为软件工程的第 8 条基本原理。

(8) 二八定律。对软件项目进度和工作量的估计：一般人主观上认为已经完成了 80%，但实际上只完成了 20%；对程序中存在问题的估计：80%的问题存在于 20%的程序之中；对模块功能的估计：20%的模块实现了 80%的功能；对人力资源的估计：20%的人，解决了软件中 80%的问题；对投入资金的估计：企业信息系统中 80%的问题，可以用 20%的资金来解决。

在软件开发和管理的历史上，有无数的案例都验证了二八定律。所以，软件工程专业发展到今天，可以认为它的基本原理共有 8 条。

1.2 软件工程的作用

软件工程是软件行业的一门管理科学，也是系统分析员和项目经理以上人员必备的一种领导艺术，为了将我国的软件产业搞上去，使软件产业成为国民经济的支柱产业，使中国早日成为一个软件大国与软件强国，对于软件工程的作用，在软件界怎么强调也不过分。为了说明软件工程的作用，先来看一个例子。

【例 1-3】 20 世纪 90 年代初，有两个软件团队，一个较大（10 多人），一个较小（6 人），都在开发财务系统。较大的那个团队，工作不规范，没有文档，没有评审，也没有团队协作精神，结果开发出来的产品可维护性差，没有打开市场，没有产生经济效益和社会效益，致使产品与团队最后同归于尽。较小的那个团队，同舟共济，工作很规范，有正规文档，有阶段评审，分工明确：一人负责原始凭证和输出报表的收集、归类和整理，这实际上是做需求分析；一人负责科目和数据字典（代码表），这实际上是做信息的标准化与规范化；一人负责记账凭证的录入和修改，这实际上是做数据库的设计和加载工作；一人负责日记账、明细账和总账之间的平衡与对账，这实际上是做数据处理；一人负责统计、报表和查询，这实际上是做数据输出工作；一人负责总体设计和项目管理，这就是项目经理的工作。他们工作进度虽然不快，但最后形成了产品，打开了市场，产生了经济效益和社会效益，并且发展成为一个大型 IT 企业，这 6 个人后来都成了业界精英。造成这两个不同结果的原因是什么呢？一个根本原因，就是较大的团队没有软件工程知识和团队协作精神，较小的团队有一些软件工程知识和很强的团队协作精神。由此可见，软件工程知识背景和团队精神多么重要。实际上，团队精神是一种软件企业文化，软件企业文化属于软件过程管理的范畴，软件过程管理是软件工程研究的四大内容之一。

现在，来介绍软件工程的作用。因为软件工程来自于软件企业，又服务于软件企业，所以讨论它的作用，主要是讨论它在软件企业中的作用。

从历史上讲，软件工程的作用，是为了克服上个世纪 60 年代出现的软件危机（Software Crisis），这种危机表现为软件开发的成本大、进度慢、维护难和质量得不到保障。

从当前来讲，软件工程的作用，就是告诉人们怎样去开发软件和管理软件。具体地讲，它表现在与软件开发和管理有关的人员和过程上。为了说明这个问题，首先，来分析一下软件企业的人才结构，看看这些人员的工作与软件工程有什么关系。

一般来说，软件企业的专业人才由下列几个层次组成。

(1) 高层管理人员。他们应具备的基本条件是：软件专业宏观知识、软件工程管

理知识，加上商业与资本运作知识。他们要用软件工程的理论和方法，来管理整个公司的软件业务。

(2) 中层项目经理和软件工程师。他们应具备的基本条件是：系统分析知识、系统设计知识，加上项目管理知识。他们要用软件工程的理论和方法，来管理项目组的软件开发。他们的个人奋斗目标是软件管理专家、分析设计专家、开发技术专家。这两部分人员，他们是软件工程的拥有者和实践者。

(3) 软件蓝领工人。他们应具备的基本条件是：掌握阅读文档的技能、程序设计的技巧，加上软件测试的知识。他们要用软件工程的理论和方法，来实现软件项目的软件功能、性能、接口、界面。

(4) 软件营销人员。他们应具备的基本条件是：营销知识、售前知识，加上软件工程基本知识。他们要用软件工程的基本思路，来与客户进行沟通，以赢得客户的信任。

(5) 软件实施和维护人员。他们应具备的基本条件是：软件客户化及安装、运行、维修技术。他们要用软件工程的基本方法，来实现软件功能、性能与接口的实施和维护。

(6) 软件售前人员。他们是软件公司的产品形象代表，其奋斗目标是：既要成为某个行业领域的产品专家，又要成为该产品的实现顾问。只有这样，他们才能看懂标书、写好投标书、讲好投标书。在制作和宣讲投标书的过程中，有许多与软件工程相关的知识和内容，如项目开发方法、开发工具、开发环境、运行环境、管理方法、质量和进度控制方法，只有把这些方法写清讲透，用户才能相信认可，投标才有成功把握。这些知识和内容，离不开软件工程知识的学习和教育。

在以上 6 种人员中，软件工程这门课，是前三种人员的必修课。对后三种人员，若想在工作中寻求更大的发展空间，提升自己的知识结构和工作层次，也十分需要掌握软件工程的基本知识。当然，对于不同岗位，知识结构要求有所不同，侧重点也不同。但是，只要在软件行业工作，就会自觉或不自觉地参与软件岗位竞争，就必须重视软件工程，学好软件工程，用好软件工程，不断地将自己的实践经验上升到软件工程的理论与方法，又不断地用软件工程的理论与方法指导自己的实践活动，使自己不断地得到升华和发展，这就是软件工程的作用。

从软件项目团队来讲，软件工程的作用在于：在规定的时间内，按照规定的成本，完成预期质量目标（软件的功能、性能和接口达到需求报告标准）的软件。

从软件企业本身来讲，软件工程的作用在于：持续地规范软件开发过程和软件管理过程，不断地优化软件组织的个人素质和集体素质，从而逐渐增强软件企业的市场竞争实力。

从软件发展进程来讲，软件工程的作用在于：克服软件危机，控制软件进度，节约开发成本，提高软件质量。

由于软件工程的作用越来越大，它的地位也越来越高。以前，软件工程只是作为一门课或一本书。现在，设立了软件工程专业和软件工程学位，即有软件工程硕士和博

士学位。

1.3 软件的开发方法

1.3.1 软件工程的三种开发方法

软件工程中的开发方法又称为软件工程方法论。到目前为止，软件工程中的开发方法有三种：面向过程的方法、面向对象的方法、面向数据的方法。

1. 面向过程的方法

面向过程的方法包括面向过程需求分析、面向过程设计、面向过程编程、面向过程测试、面向过程维护、面向过程管理。面向过程的方法又称结构化方法，习惯上叫做结构化分析、结构化设计、结构化编程、结构化测试、结构化维护。面向过程的方法也称面向功能的方法，它包括面向功能分析、面向功能设计、面向功能编程、面向功能测试、面向功能维护。这种方法包括面向结构化数据系统的开发方法 DSSD(Data Structured Systems Development)，面向可维护性和可靠性设计的 Parnas 方法，面向数据结构设计的 Jackson 方法，面向问题设计的 PAM 方法等。这些方法在宏观上都属于面向过程的方法，支持这些方法的是面向过程的结构化编程语言。

面向过程的方法其特点是：程序的执行过程，不由用户控制，完全由程序控制。面向过程的方法的优点是简单实用，缺点是维护困难。

面向过程的方法开始于 20 世纪 60 年代，成熟于 70 年代，盛行于 80 年代。该方法的基本特点是，分析设计中强调“自顶向下、逐步求精”，编程实现时强调程序的“单入口和单出口”。这种方法在国内曾经十分流行，大量应用，非常普及。

对于软件行业来说，某一种方法论往往来自于某一类程序设计语言。面向过程的方法，来自于 20 世纪 60~70 年代流行的面向过程的程序设计语言，例如，ALGOL, PASCAL, BASIC, FORTRAN, COBOL, C 语言等，这些语言的特点是：用“顺序、选择(if-then-else)、循环(do-while 或 do-until)”3 种基本结构来组织程序编制，实现设计目标。

【例 1-4】面向过程的方法，在军事上的实时跟踪监控系统中有很好的应用。如我方侦察卫星发射后其飞行轨迹的捕获、测量、跟踪和预报，导弹防御系统中敌方导弹发射后飞行轨迹的捕获、测量、跟踪和预报，其软件系统都是采用面向过程的方法设计和实现的。使用面向过程的方法，系统的执行路径可由系统自动控制，也就是程序自动控制，这是一切自动控制与跟踪系统所必须的。

2. 面向对象的方法

面向对象的方法包括面向对象需求分析、面向对象设计、面向对象编程、面向对象测试、面向对象维护、面向对象管理。面向对象，或者说面向类的方法开始于 20 世纪 80 年代，兴起于 90 年代，目前开始走向成熟，但是还谈不上普及。面向对象方法的基本特点是：将对象的属性和方法（即数据和操作）封装起来，形成信息系统的基本执行单位，再利用对象的继承特征，由基本执行单位派生出其他执行单位，从而产生许多新的对象。众多的离散对象通过事件或消息连接起来，就形成了现实生活中的软件系统。

有专家曾经提出用下面的等式，来认识面向对象的方法：

$$\begin{aligned} \text{面向对象} &= \text{对象 (Object)} \\ &+ \text{分类 (Classification)} \\ &+ \text{继承 (Inheritance)} \\ &+ \text{用消息进行通信 (Communication with Messages)} \end{aligned}$$

这就是说，在分析、设计、实现中用到“对象、类、继承、消息通信”这 4 个基本概念，这就是面向对象的方法。

面向对象方法的特点是：程序的执行过程不由程序员控制，完全由用户交互控制。

面向对象方法的优点是易于维护，缺点是较难掌握。

面向对象作为软件系统的一种实现思想和编程方法，它功能强大，编程效率高，在 IT 界已获得了成功。但是，作为软件的一种分析思想和设计方法，它复杂繁琐，难学难懂。正因为如此，业界正在不断完善改进它。如美国 Rational 公司推出了一个面向对象设计的 CASE 工具 Rose (Rational object oriented system engineering)，它执行统一建模语言 UML (Unified Modeling Language) 标准，并能与数据库设计工具与编程工具配合，产生程序代码，以生成用户所需的软件系统。Rose 的初步成功证明，面向对象的方法将是软件工程方法论中的主流。

面向对象的方法，来源于 20 世纪 80 代年初开始流行的面向对象的程序设计语言，例如，Java, C++, PowerBuilder, Delphi, Visual BASIC 语言等。80 年代末，微软视窗操作系统的出现，使得它产生了爆炸性的效果，大大加速了它的发展进程。90 年代中期，UML 和 Rose 的产生，标志着它开始走向成熟。

面向对象的方法，实质上是面向功能的方法在新形势下（由功能重用发展到代码重用）的回归与再现，是在一种高层次上（代码级重用）新的面向功能的方法论，它设计的“基本功能对象（类或构件）”，不仅包括属性（数据），而且包括与属性有关的功能（或方法，如增加、修改、移动、放大、缩小、删除、选择、计算、查找、排序、打开、关闭、存盘、显示和打印等）。它不但将属性与功能融为一个整体，而且对象之间可以继承、派生以及通信。因此，面向对象设计，是一种新的、复杂的、动态的、高层次的面向功能设计。它的基本单元是对象，对象封装了与其有关的数据结构及相应层的

处理方法，从而实现了由问题空间到解析空间的映射。一句话，面向对象方法也是从功能入手，将功能或方法当做分析、设计、实现的出发点和最终归宿。

【例 1-5】面向对象的方法在电子商务中的应用有：网站前台界面的制作，信息的发布和处理，用户在网上浏览和录入信息等应用软件都是利用面向对象的方法设计与实现的。个人网页的制作也是面向对象方法的应用例子。窗口操作系统与互联网的出现，为面向对象方法开辟了无限的前景。

3. 面向数据的方法

面向数据的方法，也称为面向元数据（Metadata）的方法。元数据是关于数据的数据，组织数据的数据。例如，数据库概念设计中的实体名和属性名，数据库物理设计中的表名和字段名，它们就是元数据。而具体的某一个特定的实例，就不是元数据，它们叫做对象或记录，是被元数据组织或统帅的数据。面向数据的方法开始于 20 世纪 80 年代，成熟于 90 年代。20 世纪 80 年代中期，美国学者 James Martin 在《信息系统宣言》中提出了“以数据为中心”的学说，它是这种设计方法的萌芽与起源。90 年代中期，Sybase 和 Oracle 公司的 CASE 工具 PowerDesigner 和 Designer/2000（以后叫做 OracleDesigner）的出现，宣告这种设计方法已经进入工程化、规范化、自动化和实用化阶段，因为 CASE 工具中隐含了这种方法。概括起来，面向数据方法的要点是：

（1）数据（Data）位于企业信息系统的中心。信息系统就是对数据的输入、处理、传输、查询和输出。

（2）只要企业的业务方向和内容不变，企业的元数据就是稳定的，由元数据构成的数据模型（Data Model）也是稳定的。

（3）对元数据的处理方法是可变的。用不变的元数据支持可变的处理方法，即以不变应万变，这就是企业信息系统工程的基本原理。

（4）企业信息系统的核心是数据模型。数据模型包括概念数据模型 CDM（Conceptual Data Model）和物理数据模型 PDM（Physics Data Model）。数据模型的表示形式是 E-R 图，E-R 图要用 CASE 工具设计。例如，PowerDesigner, OracleDesigner 或 ERwin，它们不但具有正向设计功能，而且具有逆向分析功能，这样才能实现快速原型法。

（5）信息系统的实现（编码）方法主要是面向对象，其次才是面向数据和面向过程。

（6）用户自始至终参与信息系统的分析、设计、实现与维护。

面向数据方法的特点是：程序的执行过程中，根据数据流动和处理的需要，有时由程序员控制（如数据库服务器上触发器和存储过程的执行），有时由用户控制（如用户浏览层上控件的选择与执行）

面向数据方法的优点是通俗易懂，特别适合信息系统中数据层（数据库服务器）上的设计与实现，缺点是实现窗口界面较困难。

面向数据的方法，来自于 20 世纪 80 年代开始流行的关系数据库管理系统 RDBMS，

以及关系数据库程序设计语言，例如，Oracle, Sybase 关系数据库语言，这种关系数据库语言或命令，提供了强大的面向关系表中数据的编程能力，典型的例子就是编写存储过程和触发器。Oracle 数据库管理系统自带的编程工具 Developer 2000 首先是一个面向数据的编程工具，其次才是一个面向对象的编程工具。OracleDesigner 加上 Developer 2000，构成了一个完整的面向数据的信息系统开发环境。

面向数据的方法，与关系数据库管理系统紧密地捆绑在一起，只要面向对象数据库不能完全替代关系数据库，这种方法就不会终结。目前数据库管理系统的发展趋势是：在关系型数据库的基础上，将面向对象的某些特性（如继承）添加上去，称为“对象-关系型数据库”，但本质上仍然是一个关系型数据库。正如美国数据库专家 David M. Kroenke 所说的，“面向对象这样的数据库只是概念上的兴趣，他们在商用数据库处理中只起很小的作用。”

【例 1-6】面向数据的方法在电子商务中也有应用。网站后台数据库服务器上的数据处理和数据传输，其软件都是利用面向数据的方法设计与实现的。实际上，不管网络应用系统结构是两层结构或三层结构，在数据库服务器上对数据的分析、设计和实现，都自觉或不自觉地使用了面向数据的方法。

4. 三种开发方法总结对比

面向过程的方法、面向对象的方法和面向数据的方法，它们各有优缺点，适合于不同的场合。三种方法的比较如表 1-5 所示。

表 1-5 三种开发方法总结对比

| 方法名称 | 优点 | 缺点 | 适合的场合 |
|---------|-----------|--------------|---------------------------------------|
| 面向过程的方法 | 简单好学 | 不适应窗口界面，维护困难 | 大型工程计算，实时数据跟踪处理，各种自动化控制系统，以及系统软件实现等领域 |
| 面向对象的方法 | 功能强大，易于维护 | 不易掌握 | 互联网络时代，完全由用户交互控制程序执行过程的应用软件和系统软件的开发 |
| 面向数据的方法 | 通俗易懂 | 不适应窗口界面 | 以关系数据库管理系统为支撑环境的信息系统建设 |

由上可知，三种开发方法各有优缺点，各有生存时间和空间，所以它们在信息系统领域能和平共处，互相促进，构成一个多极化的世界。

3.2 软件工程的五个面向理论

结合软件工程实践，我们特别提出软件工程的“五个面向”理论：面向流程分析、面向数据设计、面向对象实现、面向功能测试、面向过程管理。

1. 面向流程分析

面向流程分析，就是面向流程进行需求分析。

在需求分析时，系统分析员要面向业务流程、资金流程、信息流程进行分析。只有将这“三个流程”分析透了，才能建立有效的系统业务模型和功能模型（包括性能模型和接口模型）。因为计算机网络在本质上只识别数据及数据流（严格地讲，它只识别二进制数据和二进制数据流），而且这“三个流程”，可以用“数据流”这一个流程来代替，或者说“三个流程”是“数据流”在三个不同方向的投影。

2. 面向数据设计

面向数据设计，就是面向元数据进行概要设计。

在系统设计时，系统设计师要采用面向数据的方法进行概要设计。概要设计的主要任务是建立系统的数据模型，包括概念数据模型 CDM 和物理数据模型 PDM，以及体现业务规则的存储过程和触发器，然后以数据模型为支撑，去实现系统的业务模型和功能模型（包括性能模型和接口模型）。为此，要对元数据进行分析，只有将元数据分析透了，才能建立由元数据所构成的数据模型。

3. 面向对象实现

面向对象实现，就是面向对象进行详细设计和编程实现。

在两层结构（C/S）的客户层和三层结构（B/A/S）的表示层和业务逻辑层上进行详细设计和编程实现时，要采用面向对象的方法。目前流行的编程语言，大多数是面向对象的语言。对于成熟的软件企业，已经利用面向对象语言自带的基础类库 PFC，建设了本企业的商业类库，积累了大量的商业软构件，为面向对象详细设计和编程实现创造了良好的环境。当然，在数据服务层上的设计和编程实现，仍然要采用面向数据的方法，因为主要是设计和编写存储过程与触发器，它们是面向数据的，不是面向对象的。详细设计和编程实现，实质上是用构件加上程序来实现系统的业务模型和功能模型（包括性能模型和接口模型）。只有对系统的三个模型思想（业务模型、功能模型、数据模型）吃透了，才能设计和编写出规范的程序。

因为实例化的类称为对象，所以面向对象实现，实质上是面向类实现。

4. 面向功能测试

面向功能测试，就是面向功能进行单元测试、Alpha 测试和 Beta 测试。

面向功能测试的方法一般采用黑盒子测试方法，随着第四代程序设计语言和构件技术的发展，该测试方法的应用会越来越广泛。今后采用白盒子测试方法（面向程序执

行路径测试)的人,只会是从事软件构件生产的少数人员。因此,测试人员主要是掌握面向功能的测试方法,针对需求分析时建立的系统功能模型,设计测试用例,进行功能测试。

5. 面向过程管理

面向过程管理,就是面向过程对软件生存周期各个阶段进行管理和控制。

因为软件产品质量的提高与改进,完全取决于软件企业生产过程的改善。无论是 CMM, ISO 9000, 微软企业文化,都是站在软件生存周期过程的层面上去提高软件企业的素质。那种认为“只要有几个优秀的程序员就能办好软件企业,就能生产出高质量的软件产品”的观点,在 20 世纪 80 年代还理直气壮,在 90 年代还能解决温饱问题,在本世纪初就站不住脚了,因为他们是手工作坊式的开发方法,忽视了软件工程中的面向过程管理。

1.4 软件的支持过程

软件工程中的过程,是指软件生存周期 (Life Cycle) 中的时间序列。

过程作为一个时间序列,它自然有起始点和终止点。例如,可以将一个软件的生存周期划分为市场调研、立项、需求分析、策划、概要设计、详细设计、编程、单体测试、集成测试、运行、维护这几个过程,前一过程的终止点就是后一过程的起始点。过程与阶段 (Phase) 相对应,阶段与里程碑 (Milestone) 相对应。某些重要的里程碑又称为基线 (Baseline)。

软件工程的支持过程,由支持软件生存周期各个阶段的生产工具所组成。

生产工具如需求分析工具、设计工具、实现工具、测试工具、维护工具、配置工具,开发环境(又称 CASE 工具,如北大青鸟系统, San Francisco, Rose, PLAYCASE)。

软件开发环境,是指能够连续地支持多个开发阶段的 CASE 工具。

与程序设计语言不同,开发环境目前正处在发展之中,有的还不十分成熟,因此不容易普及,而且对使用者的素质要求很高,所以初学者要谨慎使用。当然,那些软件专家,可以大胆使用 CASE 工具。目前开发环境的典型代表,是支持面向对象的 CASE 工具 Rose,它以统一建模语言 UML 为标准,支持从需求分析到产品发布和维护的整个软件生存周期。关于 UML 和 Rose 的进一步介绍,将在后面的章节中进行。

完整的 CASE 内容包括三个方面:CASE 方法(快速原型法或迭代方法)、CASE 技术(实体关系建模技术或面向对象建模技术)、CASE 工具(软件开发环境)。CASE 方法需要 CASE 技术的支持,CASE 技术需要 CASE 工具的实现。

支持过程是通过支持工具来实现的。每一种支持工具(比如 CASE 工具 Rose)的研发,都是当前软件界的热点之一,但它不是软件工程的重点内容,在此不做专门的讨

论，只涉及支持工具的使用知识。

1.5 软件的管理过程

管理过程和支持过程又称为“软件过程工程 (Software Process Engineering)”。它是软件工程的一部分。习惯上，人们有时称软件管理过程为软件过程管理。

软件开发（或生产）要不要管理，怎样管理，人们经过很长时间才认识到其重要性。软件开发开始于 20 世纪 40 年代末的美国，但是，直到 1974 年，美国人才开始认识到“软件需要管理”。以后又经过 10 年，到了 1984 年，美国人才开始认识到“软件管理是过程管理”。

如今，软件工程中主要存在三类过程管理，如表 1-6 所示。

表 1-6 软件工程中的三类过程管理

| 序号 | 名称 | 来源 | 特点 |
|----|------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | ISO 9000 质量管理体系和质量保证体系 | 国际标准化组织 | 按 20 多个质量要素管理 |
| 2 | CMM 软件能力成熟度模型 | 美国卡内基-梅隆大学软件工程研究所 (CMU/SEI) | 按 5 个阶段和 18 个关键过程域 KPA 管理 |
| 3 | 软件企业文化 | Microsoft 公司等 | 按“人品、智慧、团队精神”三要素管理 |

以微软为代表的自成体系的一套过程管理文化，称为“微软企业文化”，它既不正式采用 CMM 体系，也不正式采用 ISO 9000 体系，当然它也不否定 CMM 和 ISO 9000 体系，甚至还充分肯定 CMM 和 ISO 9000 体系。但是，它独创了一套管理模式，来替代 CMM 和 ISO 9000 体系。该管理模式的特点是激励创新，培养开发人员标新立异的思维方式，以及既有个人的自由自在、又有团队密切协同的企业精神。正因为有了这样的微软企业文化，才诞生出以微软操作系统 Windows 为代表的微软优秀软件产品。

在过程管理的三种模式中，当前起主导作用的还是软件过程能力成熟度模型 SW-CMM (Capability Maturity Model for Software)

应注意，任何标准体系或过程改善模型的实施成功，都不能保证企业产品质量 100% 地合格，而只能保证改进企业管理过程，最终促进产品质量的提高。

1.5.1 ISO 9000 体系

1. ISO 国际标准化组织

ISO 是一个组织的英语简称，其全称是 International Organization for Standardization，翻译成中文就是“国际标准化组织”。

ISO 的 2856 个技术机构的技术活动成果（产品）是“国际标准”。ISO 现已制定出

国际标准共 10300 多个，它涉及各行各业各种产品（包括服务产品、知识产品等）的技术规范，覆盖全世界 39 个行业，如表 1-7 所示。

表 1-7 ISO 国际标准覆盖全世界 39 个行业列表

| 序号 | 行业名称 | 序号 | 行业名称 | 序号 | 行业名称 | 序号 | 行业名称 |
|----|-----------|----|-----------------|----|------------------------|----|-------------|
| 1 | 农业、渔业 | 11 | 核燃料 | 21 | 航空、航天 | 31 | 运输仓储及通信 |
| 2 | 采矿业及采石业 | 12 | 化学品、化学制品及纤维 | 22 | 其他运输设备 | 32 | 金融、房地产、出租服务 |
| 3 | 食品、饮料和烟草 | 13 | 医药品 | 23 | 其他未分类的制造业 | 33 | 信息技术 |
| 4 | 纺织品及纺织产品 | 14 | 橡胶和塑料制品 | 24 | 废旧物质的回收 | 34 | 科技服务 |
| 5 | 皮革及皮革制品 | 15 | 非金属矿物制品 | 25 | 发电和供电 | 35 | 其他服务 |
| 6 | 木材及木制品 | 16 | 混凝土、水泥、石灰、石膏及其他 | 26 | 气的生产与供给 | 36 | 公共行政管理 |
| 7 | 纸浆、纸及纸制品 | 17 | 基础金属及金属制品 | 27 | 水的生产与供给 | 37 | 教育 |
| 8 | 出版业 | 18 | 机械及设备 | 28 | 建筑 | 38 | 卫生保健与社会公益事业 |
| 9 | 印刷业 | 19 | 电子、电器及光电设备 | 29 | 批发及零售汽车、摩托车、个人及家庭用品的修理 | 39 | 其他社会服务 |
| 10 | 焦炭及精炼石油制品 | 20 | 造船 | 30 | 宾馆及餐馆 | 40 | — |

2. ISO 9000 的作用

ISO 9000 是国际标准化组织 ISO 对制造行业、服务行业和软件产业（智力产品行业）制定的一套企业质量管理认证体系。由于软件行业的特殊性，在 ISO 9000 中又针对该行业的特点，做出了专门的规定。20 世纪末，软件企业实施 ISO 9000 依据的标准是 ISO 9000-3 《质量管理和质量保证标准》中的第三部分：《ISO 9001 在软件开发、供应和维护中的使用指南》。该指南既适用于计算机企业的网络集成中心，又适用于软件研发中心，同时还适用于客户服务中心及系统维护中心，但是不适用于财务部门。也就是说，这 4 个中心经过努力，都可以通过 ISO 9001 质量管理和质量保证体系的认证。应当说明的是，ISO 9000 是一个大家族，而 ISO 9001 只是这个家族中的一员。

3. ISO 9001 的内容

ISO 9001 质量管理和质量保证体系的内容很多，要学会抓主要矛盾、解决关键问题。ISO 9001 将 IT 企业的质量管理和质量保证活动概括为 20 多个质量要素，规定每个要素的目的和范围，以及每个要素在何时、何地，由何人按照什么标准、规范或规程去做，做完后按质量记录的模板书写质量记录。所以只要抓住这 20 多个质量要素不松手，努力看懂它，吃透它，用好它，那么要通过 ISO 9001 质量管理和质量保证标准体系的认证工作，就会水到渠成。

这 20 多个质量要素是：管理职责、质量体系、合同评审、设计控制程序、文件资料控制、采购、客户提供产品控制、产品标识和追溯、过程控制、检验和试验、检测设备控制、检验和试验状态、不合格品控制、纠正和预防措施、搬运储存包装防护和交付、质量记录控制、内部质量审核、培训、服务、统计技术等。

对于软件企业，“设计控制程序”这个要素包含的内容很多，它覆盖了需求分析、概要设计、详细设计、编程等内容。

4. ISO 9001 的实施

为了在软件企业或软件研发中心实施 ISO 9001 中规定的质量管理和质量保证体系的标准，必须做如下几件大事：

(1) 由公司总裁或总经理任命“管理者代表”在管理者代表的领导下成立 ISO 9001 质量管理和质量保证标准体系认证办公室，简称“贯标办”，指定办公室主任，具体负责贯标的组织与实施工作。

(2) 在贯标范围内（软件企业或软件研发中心）的有关单位（或部门、项目组）中，各指定一名兼职或专职的“贯标工作人员”，负责本单位的贯标工作，其具体职责是：参加 ISO 9001 培训，编制与本单位相关的 ISO 9001 文档并在本单位加以实施，合格后成为 ISO 9001 的“内部评审员”即内审员。

(3) 聘请一家 ISO 9000 质量管理和质量保证标准体系的咨询公司，由该公司负责实施 ISO 9001 培训，指导内审员编制 ISO 9001 文档，并进行内部评审，即内审。内审合格后，再由该公司推荐一家 ISO 9000 质量管理和质量保证标准体系认证机构，进行正式认证。

(4) 最后，由认证机构派出一个 5~7 人的认证小组，进驻 IT 企业，利用 3~5 天的时间，对相关单位、部门和项目组，实地考察、检查、提问和测试，进行 ISO 9001 正式认证，合格后发放证书。一个证书不是终身的，而是在一年左右的时间范围内才是有效的。所以，以后还要定期复审，不断改善，与时俱进。

5. ISO 9001 的文件体系

实施 ISO 9001 是一项严肃、认真、细致的工作，其工作量和难度在于编制与贯彻 ISO 9001 的文件体系。该文件体系分为三个层次，如表 1-8 所示。

表 1-8 ISO 9001 的文件体系

| 层次 | 文件名称 | 文件内容 | 文件特色 | 制定部门 |
|----|------|--|---|---------|
| 顶层 | 质量手册 | 质量方针和目标、公司简介、组织机构、质量体系要求、质量手册管理细则等 | 是公司贯彻 ISO 9001 的基本法，是程序文件的指导方针 | 贯标办 |
| 中层 | 程序文件 | 规定每个质量要素在何时、何地、由何人、按照什么标准、规范或规程去做。做完后书写质量记录的模板格式（如：用户需求报告模板或指南、设计说明书模板或指南、测试报告模板或指南、用户手册模板、评审报告模板） | 是公司软件工程规范、软件工程操作程序和文档编制指南与模板。每个质量要素对应一个程序文件，所有质量要素的程序文件汇总，就是公司的程序文件 | 贯标办与内审员 |
| 底层 | 质量记录 | 对每个质量要素，在执行活动中，按照书写质量记录的模板格式书写文档（如：用户需求报告、设计说明书、测试报告、用户手册、各种评审与审计报告） | 项目开发文档和管理文档，都是受控文件。质量记录是程序文件中的模板的运行操作记录 | 项目组与贯标办 |

质量手册又称一级文件，程序文件又称二级文件，质量记录又称三级文件。初学者可能一时搞不清楚程序文件与质量记录的关系和区别。事实上，对于某个质量要素，程序文件只是规定如何做，质量记录则是做完的具体记录。或者说，程序文件只是一个质量管理和质量保证的“模板”，质量记录则是按此“模板”填写的具体文档内容。

“受控文件”是 ISO 9000 中的另一个重要概念。所谓受控文件，就是文件的版本必须接受“贯标办”的控制和约束，即版本形成或更新前，必须征求各相关方面的意见，版本形成或更新后，必须及时通知各相关方面，以保证文件在公司内部各相关部门的一致性。

所有的质量记录不能造假，审计人员对质量记录应进行跟踪和审计，发现问题，直接向管理者代表反映。因为在认证评审中，认证机构派出的认证小组肯定要对质量记录进行跟踪和追溯的。一旦发现有违规造假现象，就算一个不合格。不合格多了，尤其出现了严重的不合格，认证评审就可能通不过。要知道，质量记录不是做给认证小组看的，而是为了本企业自己的质量管理和质量保证标准体系的认真执行，真正产生经济效益和社会效益。