

计算机软件

实用教程

李凡长 编著



云南大学出版社

计算机软件实用教程

李凡长 编著

云南大学出版社

内容提要

本书分三篇。第一篇：软件工程，从软件工程的观念开始，系统地介绍了软件计划、软件需求分析、软件设计步骤、软件测试方法、软件维护等基本内容；第二篇：数据库系统，从数据库系统的基本概念入手，系统地介绍了数据模型、数据库管理系统及数据库设计等基本内容；第三篇：数据结构，系统地介绍了线性结构、树图结构、数据的查找及数据的排序等内容。

该书可作为大学非计算机系的本科生教材或计算机系的专科生教材；同时对从事软件开发的设计人员及科研人员也是一本不可多得的参考书。

计算机软件实用教程

李凡长 编著

*

责任编辑：李继毛

封面设计：杨军平

*

云南大学出版社出版

云南科技印刷厂印刷

*

开本：787×1092/16 印张：11.5 字数：268 千

1997年11月第1版 1997年11月第1次印刷

*

ISBN 7-81025-793-5/TP.41 定价：16.00 元

前 言

当今,计算机的应用已渗透到了我们生活环境中的许多领域,因此对计算机软件的开发不仅为计算机专业人员所关注,许多非计算机专业人员对此也产生了强烈的兴趣。在这种情况下,一种较为合适的软件教材便成了非计算机专业人员学习和使用计算机的迫切需要。为了满足广大读者的这种愿望,作者从众多的软件课程中选择《软件工程》、《数据库系统》和《数据结构》三门课程的主要内容编写成《计算机软件实用教程》一书。

本书共分三篇:第一篇为软件工程,从软件生命周期的角度出发,全面讨论了软件设计的方法问题;第二篇为数据库系统,以关系型数据库系统为例,介绍了数据库系统的概念、结构和功能,简明地讨论了数据库系统的设计问题;第三篇为数据结构,介绍了常用的数据结构,阐明了各种数据结构内在的逻辑关系及其在计算机中的存储表示,并讨论了对这些数据结构所实施的各种运算。

本书第一篇的第四、五两章由沈华芬同志撰稿,其余各章均由李凡长同志撰稿。

在本书的编写过程中,直接或间接地引用了许多专家、学者的文献;云南大学出版的李继毛同志给我们提出了许多宝贵的意见,正是在他们的鼓动下,才使我们有勇气完成本书;全书定稿前中国科学技术大学蔡庆生教授,陈小平博士、岳丽华副教授、陈恩红博士审阅了全部书稿,作者谨此一并致以诚挚的谢意。同时也感谢云南大学出版社的全体同志和云南大学计算机系的全体老师。

由于作者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免有不确切甚至有错误之处,敬请读者原谅并不吝指正。

作者

1996年4月8日

于昆明云南大学

目 录

前言

第一篇 软件工程

第一章：引论

1.1 软件工程的概 念	(1)
1.2 软件生命周期	(2)
习题	(4)

第二章 软件计划..... (5)

2.1 软件的可行性研究	(5)
2.2 软件计划的内容	(6)
习题	(6)

第三章：软件需求分析..... (7)

3.1 需求分析的目标及任务	(7)
3.2 数据流分析技术	(7)
3.3 面向对象分析技术	(12)
习题	(13)

第四章：软件设计 (14) |

4.1 软件设计原则	(14)
4.2 结构化设计方法	(16)
4.3 面象对象的设计	(20)
习题	(20)

第五章：软件测试 (21) |

5.1 软件测试的任务	(21)
5.2 软件测试的方法	(21)
5.3 软件测试的过程	(23)
5.4 测试用例设计	(26)
习题	(33)

第六章：软件维护 (34) |

6.1 软件维护的概念	(34)
6.2 软件的易维护性	(34)
6.3 软件维护的任务	(35)
习题	(38)

第二篇 数据库系统

第一章 引论	(39)
1.1 数据库系统的概念	(39)
1.2 数据库系统结构的三级模式	(40)
习题	(41)
第二章 数据模型	(42)
2.1 概念	(42)
2.2 关系模型	(43)
2.3 关系数据库操作语言	(44)
习题	(47)
第三章 数据库管理系统	(48)
第四章 数据库设计	(50)
5.1 E-R 模型	(50)
5.2 逻辑数据库设计	(54)
5.3 物理数据库设计	(57)
习题	(58)

第三篇 数据结构

第一章 引论	(59)
1.1 数据结构的概念	(59)
1.2 算法描述	(61)
1.3 算法分析	(64)
习题	(68)
第二章 线性结构	(69)
2.1 线性表	(69)
2.2 栈	(84)
2.3 队列	(89)
习题	(96)
第三章 树图结构	(97)
3.1 树的定义和术语	(97)
3.2 二叉树	(99)
3.3 树的存储结构和遍历	(109)
3.4 图的定义及术语	(113)
3.5 图的存储结构	(116)
3.6 图的遍历	(121)
习题	(127)

第四章 查找.....	(130)
4.1 线性表的查找	(130)
4.2 二叉排序树的查找	(136)
4.3 散列表的查找	(142)
习题.....	(153)
第五章 排序.....	(154)
5.1 插入排序	(154)
5.2 交换排序	(157)
5.3 选择排序	(162)
5.4 归并排序	(168)
习题.....	(170)
参考文献.....	(172)

第一篇 软件工程

第一章 引论

本章主要讨论两个问题，一是软件工程的基本概念，二是软件的生命周期。

1.1 软件工程的观念

直到 60 年代，计算机的应用方式采用的还是手工业控制方式。进入 80 年代以来，计算机开发与应用更加广泛，计算机软件已被广泛地应用到社会各领域。面对如此庞大复杂的软件设计，使软件的发展进入了所谓“软件危机”时期，其主要表现是：

(1) 软件开发周期长，且开发出来的软件错误多。例如，IBM 公司的 OS/360 系统，曾花费了上千人/年，耗资几千万美元，但研究出来的各个版本平均仍有 1000 多个大大小小的错误。

(2) 软件很大，不便于用户使用。例如，美国国家统计局的报告指出，为了解决自动数据修正处理问题，国家预算的管理费用超过一千万美元，其主要原因就是软件庞大，太容易出错。

(3) 软件透明性差，很难维护与扩充，其维护费用往往超过预算。例如，General Motor 软件研制费用的 75% 是花在软件维护上。

计算机在许多领域的应用这一广泛前景，引起了学术界的广泛关注，因此，1968 年北大西洋公约组织学术会议第一次提出了“软件工程”的概念。对软件工程这一基本概念是这样定义的：软件工程是借鉴工程设计的方法、工具，在软件系统的实现中使用的一套与应用独立的技术。软件工程的主要目标是：

(1) 确定一种好的软件设计方法，以处理软件生命周期。

(2) 构造一组软件成分，该成分主要记录软件的生命周期的每一步骤，并且对每一步骤还可以逐步跟踪。

(3) 建立一套可以贯穿软件生命周期，形成定期审查的标准。

由此可知，软件工程和它工程不同，主要表现为：软件产品是抽象的、逻辑的，而

非“材料”的；软件的研究和维护实际上是头脑的“思维”过程，很难对其进行控制。

总之，软件工程是针对软件系统的开发而提出来的，它致力于研究一套科学的工程方法，并同时发展一套方便的工具系统，以使用最少的投入获取高质量的软件。

上面我们对软件工程这一基本概念作了简要的描述，下面研究本章的第二个问题，即软件的生命周期。

1.2 软件生命周期

依据 Pressman 的定义，软件是以机器可执行成分和机器不可执行成分这两种不同的基本形式存在的信息。因此，研究软件也就不仅仅是涉及编写程序的问题了。由于软件工程是按工程化的方法而提出来的，因此，按照工程学的研究方法，可以将软件的研制按其生长过程归纳为由三个阶段共七个步骤组成来进行研究，由此便形成了我们所说的软件的生命周期，下面逐个加以说明。

1. 软件计划阶段

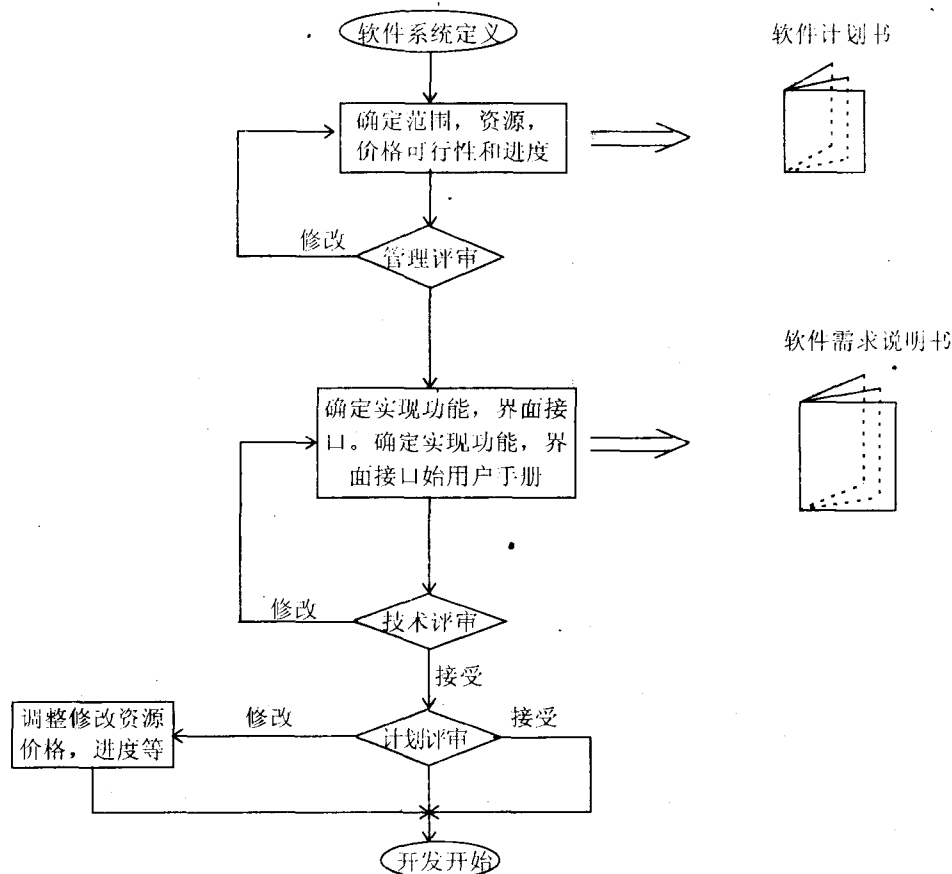


图 1.1 软件计划阶段

第一阶段是软件计划阶段。本阶段包括软件计划和软件需求分析两个步骤，其过程如

图 1.1 所示。此阶段的主要任务是给出软件的范围、资源、费用及开发时间等，同时，在对用户需求进行调研后，给出软件需求分析说明。软件计划阶段是整个软件设计的最初阶段，其需求分析说明将指导其后的开发和维护工作，并且也是用户检查软件是否达到设计要求的检验标准文件，因此该文件必须由用户和设计者共同完成。

2. 软件设计阶段

第二阶段是软件设计阶段，该阶段的工作步骤首先是依据第一阶段产生的需求分析说明文件，给出软件的初步设计说明，然后再给出组成软件系统的模块详细设计说明，选择程序设计语言，编制模块实现程序，最后对设计出的程序进行测试，汇集得到整个系统的软件。其过程如图 1.2 所示。此阶段是软件生命周期中的主体阶段。

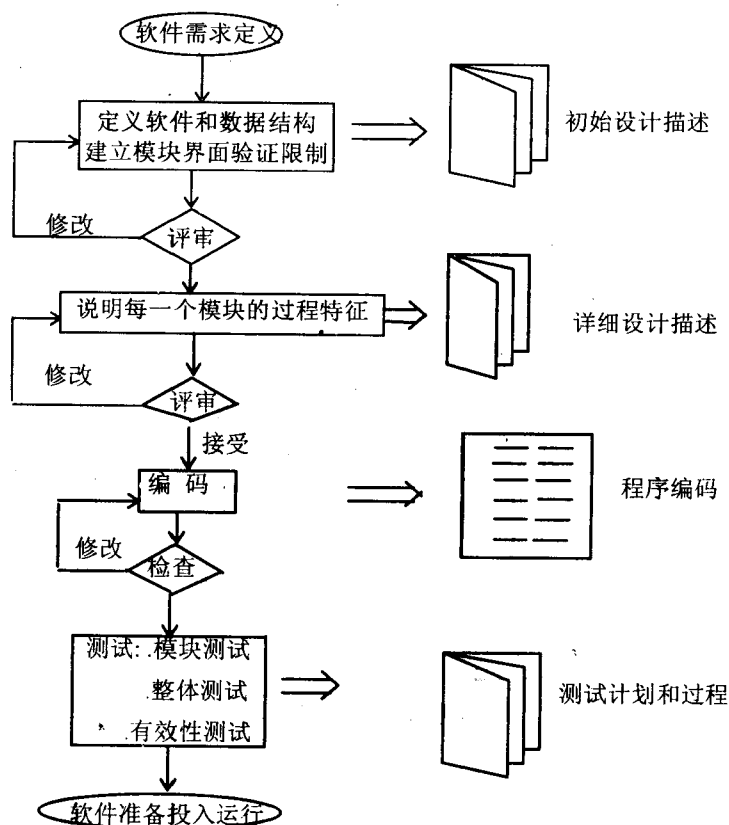


图 1.2 软件设计阶段

3. 软件维护阶段

第三阶段是软件维护阶段。对软件维护重要性的认识来源于许多大软件公司，40%~75%的预算都被用于已有软件的维护上。

软件维护阶段始于软件完成测试，汇集投入使用的开始时刻，其维护不仅是修改已完成软件的错误，而且还包括对软件功能的增加以及对已完成软件的完善和修改，其过程和-content如图 1-3 所示。

值得注意的是，软件工程虽然是针对大软件系统的开发而提出的，但是对于一个比较小的如只需一两个人即能完成的小软件，也必须按照软件生命周期的步骤进行，只是在各步骤中可能某些部分简单一些，产生的文件可以合并。

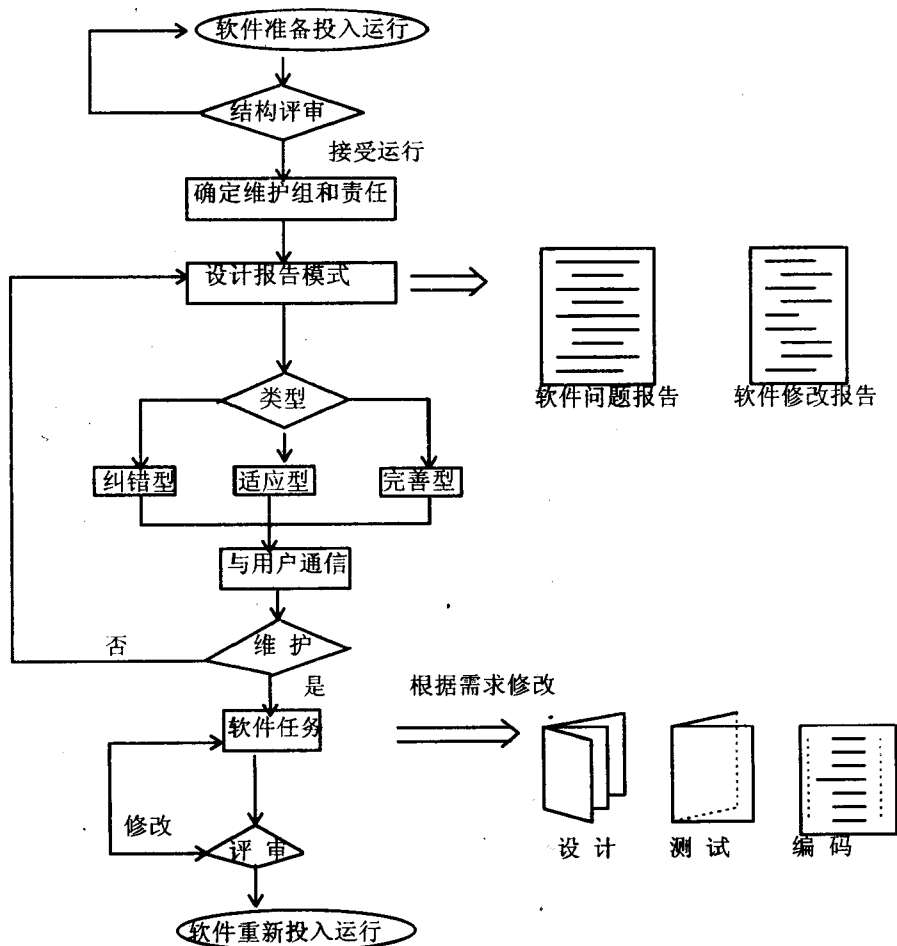


图 1.3 软件维护阶段

习题

软件只是大系统中一个元素。因此，软件生命周期的各个阶段也仅仅是大系统生命周期阶段的子集，试给出系统生命周期的各个阶段。

第二章 软件计划

2.1 软件的可行性研究

有经验的软件开发人员，首先最关心的问题是对软件开发进行可行性研究。经验表明，对软件开发进行可行性研究应考虑如下三个方面的问题：

1. 经济可行性

经济可行性研究主要是对开发项目所投入的费用和从项目中可获得的收益进行比较，也就是所谓的“投入产出”分析，从而作出经济可行性的决策，以达到较好经济效益的目的。

2. 技术可行性

技术可行性研究是讨论影响最终可接受系统能力的功能，执行效果和限制。主要考虑如下几个问题：

- (1) 开发风险；
- (2) 资源可用性；
- (3) 技术。

3. 法律可行性

法律可行性研究的内容通常是项目开发技术人员所不熟悉的，因此，开发人员应加强法律知识的学习，其内容包括研究开发的项目是否会侵犯他人、集体或国家的利益，是否违反国家的法律等，若发生这些情况开发人员所应承担相应的法律责任。

对上述三方面可行性研究结果可以形成一份报告提供给上级主管部门，并可作为系统说明书的附录附在说明书后面。可行性报告完成后首先由项目管理员审查，然后由上级管理人员审查，最后给出此项目执行或不执行的决策。下面给出书面可行性报告的格式：

可行性报告

(1) 引论

以简洁的语言叙述项目内容、系统实现环境以及项目开发的限制条件。

(2) 系统描述

描述系统开发的总体方案、技术路线、关键技术以及计划目标和阶段目标。

(3) 效益分析

对系统的经济效益做预测。

(4) 技术风险估计

这是技术可行性说明，其中包括技术实力、设备条件和已有工作基础。

(5) 法律可行性

论证系统开发所引起的法律责任。

(6) 其他与项目有关的问题。

2.2 软件计划的内容

软件计划是开发软件生命周期的第一步工作。其主要任务是给出软件开发的范围、所需资源、人力、财力开销以及项目开发的时间等。下面给出软件计划书的形式和内容：

软件计划书

1. 范围

1.1 项目对象

1.2 主要功能模块

1.3 性能描述

1.4 开发概要

2. 资源

2.1 人力资源

2.2 硬件资源

2.3 软件资源

2.4 资源使用时间

3. 费用预算

4. 时间进度表

习题

对下列计算机系统，试给一份简洁的系统计划说明书：

(1) 电子邮件系统；

(2) 学校注册系统；

(3) 交互式订票系统。

第三章 软件需求分析

3.1 软件需求分析的目标及任务

完全的软件需求分析对于软件项目开发是很重要的。需求分析的工作就是挖掘和审查软件所需求的问题。因此，以软件理论为指导，寻找出软件需求分析试图达到的目标。从一般意义上讲，软件需求达到的比较共识的目的是：

- (1) 通过揭示信息流及其结构，获得软件开发基础；
- (2) 通过详细接口描述，以获得较详细的功能模块描述，同时确定设计限制条件和定义软件测试要求；
- (3) 建立和保护与用户的通信，以求更好地达到上述两项目标。

软件需求目标的获取包括以下几个内容：

- (1) 问题识别；
- (2) 审查和综合；
- (3) 说明；
- (4) 修正。

由此可见，不论是什么人担任系统分析员角色，都应该具备如下素质：

- (1) 具有概括抽象能力、分析能力和社交活动能力；
- (2) 具有一定的开发计算机硬件和软件系统的经验；
- (3) 能理解用户提出的要求；
- (4) 善于在用户和软件开发间进行良好的通讯联络。

3.2 数据流分析技术

软件需求分析是在一定的系统模型基础上建立的，即系统模型又是实际软件系统的抽象表示，因此，不同的系统模型抽象将会导致不同风格的软件需求说明。

目前，在软件工程中常用的建模方法有两种：一是基于数据流的系统模型，该模型是将系统分解为若干功能处理块，各块之间以数据流进行通信；另一种方法是基于对象的系统模型，该模型是将系统分解为一组互相联系的对象，每一对象由对象属性和在对象上的操作组成。

1. 数据流图

计算机系统的任务是加工信息。因此，不论系统繁杂和简易，都可以用数据流图来表示此系统的模型。数据流图是图形技术，它描述信息流和当数据从输入端到输出端流动时所执行的加工处理。一个基本的数据流图如图 3.1 所示。数据流图在形式上与其他活动流图（如生产流图）相似，已被 Yourdon、Constantine 和 Demarco 应用于分析和设计

技术。

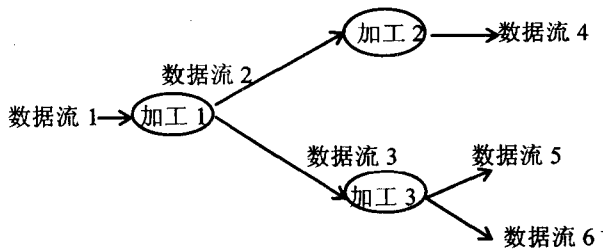


图 3.1 数据流图

在数据流图中，数据流（即信息）用带标的箭头表示；加工处理用带标的圆圈表示；信息源（即数据产生地）和信息终点（即最后产生的结果信息流向地）用方框表示；中间数据文件（即被存储信息）用单线段表示。图 3.2 给出了一个飞机票预订系统的数据流图。

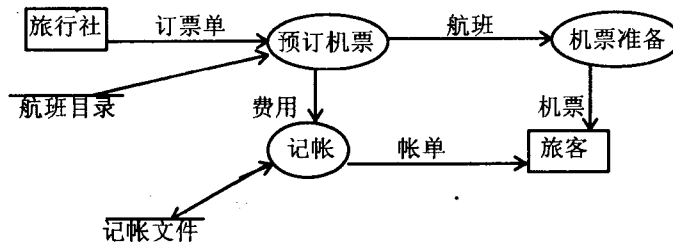


图 3.2 飞机票预订系统的数据流图

在飞机票预订系统中，旅行社（信息源）给系统提供数据。该系统有三个加工处理过程（即三个圆圈），旅行数据（时间、日期、目的地等）被加工处理成机票和帐单送给旅客（信息终点）。其中，飞机航班目录文件和记帐文件为加工处理提供其它信息。

我们知道，数据流图中的加工处理（圆圈）可以是简单的逻辑运算，也可以是复杂的算法。当一个加工处理包含的内容比较复杂时，我们可以用“分解”技术将其细化，也就是用一系列较简单的加工处理来详细描述原来的一个复杂的加工处理。其概念思想可用图描述，如图 3.3 所示。

图 3.3 中，系统 F 的原始输入是 A，最终输出是 B，我们用加工处理 $f_1 \sim f_7$ 共 7 个较简单的加工处理细化 F。在分解时，信息的连续性仍必然保持，即对细化后加工处理的输入输出数据仍应与原来的加工处理一致。另外，对不细化的 f_1 加工处理，若感到还不容易理解，则还可进一步加以细化，如图中对 f_4 的进一步细化，细化工作可以如此一步步进行下去，直到分解为既保持原系统的逻辑特性和数据流信息，又容易为人们所理解，容易实现的小系统和小加工处理为止。为了解析时获得的众多数据流图之间的关系清晰，易于理解，可把分解过程按层次给每一个数据流图编号，并且把层次低的图称为上一层图的子图，上层图称为父图，其基本概念如图 3.4 所示。

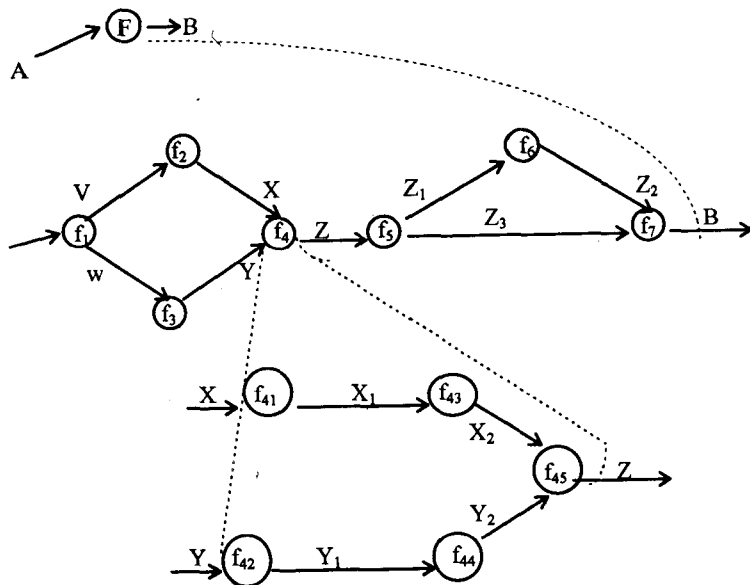


图 3.3 加工处理的分解

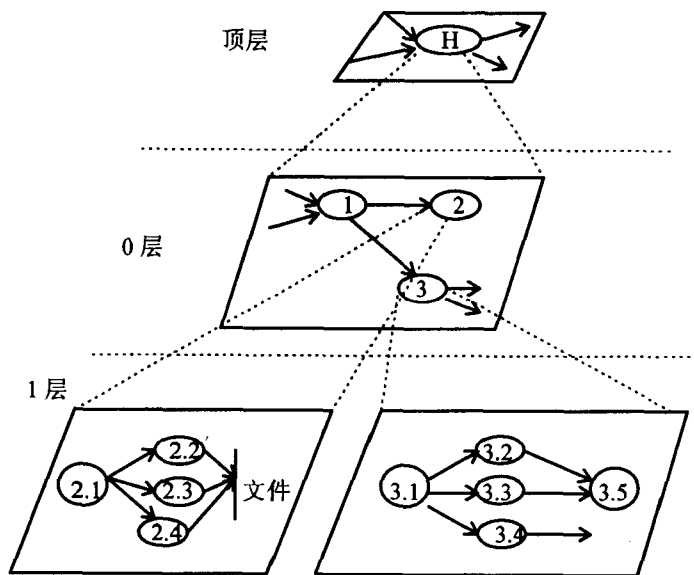


图 3.4 逐层分析示意图

绘制数据流图时，应注意以下几点

- 任何一个系统都可以用数据流图表示；
- 每一个数据流图总是用一个加工处理表示的基本系统；
- 每一个加工处理都可以被更进一步分解细化；
- 对所有的加工处理和带箭头标志的数据，都应给以有意义的名字；
- 数据流图只描述信息流和加工处理，而不是控制流，亦即没有描述加工处理执行的条件。

2. 数据字典

数据流图只给出了系统分解细化及数据流向的描述，但没有对加工处理和数据本身含义的明确解释。数据字典的作用就是给出数据流图中没有的、关于加工处理、数据、文件内容的具体描述。有了分解细化的数据流图，再加上关于加工、数据、文件含义的数据字典，才算较完全地描述了一个系统，完成了系统需求分析的主要工作。

(1) 数据流条目

数据流条目是用来描述数据流含义的。其描述方式一般是给出组成数据流的数据项。在描述时，通常借助一些简单的符号，它们的形式和意思如下：

符 号	意 义
+	表示“与”
[1]	表示“或”
{ }	表示“重复”
m...n	表示“界域”

图 3.2 表示的飞机预订机票系统中的数据流条目是：

订票单 = 姓名+住址+电话+航班号+日期+终点+始点

航班 = 日期+航班号+姓名

始点（或终点） = 城市名

机票 = 姓名+日期+航班号+起点+终点+费用。

在数据流条目描述中，如有的数据项意义不明确，应描述至直至数据项的意义明确为止。有的数据项的特殊含义，如值类型、允许值、峰值等，需要专门定义；或者有些数据项是几个不同数据流的公用数据项，这时可以把他们的定义专门列为数据项条目加以描述。在飞机票预定系统中，数据项“航班号”和“城市名”可描述为：

航班号 = 001...999

城市名 = [北京|武汉|广州|昆明|香港|成都]

(2) 文件条目

文件条目是用来描述文件的。同样，描述方式是给出组成文件的数据项。除此之外，还要给出文件的组织方式。

飞机票预订系统中的文件描述是：

航班目录文件 = {航班号+起点+终点+时间}

组织方式：按航班号次序排列

记帐文件 = {旅客+航班+票价+手续费}

组织方式：按旅客名字的拼音字母顺序排列

(3) 加工条目

加工条目是对每个加工处理编写的“小说明”，小说明只对分解细化到最后的基本加工处理进行。小说明集中描述一个加工“做什么”，即加工逻辑，也包括其他一些与加工有关