



普通高等教育规划教材

软件工程实践教程

陆惠恩 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TP311.5

139

普通高等教育规划教材

软件工程实践教学

主 编 陆惠恩

副主编 吴伟昶

参 编 徐克奇

主 审 曹立明



机械工业出版社

本书简要介绍了软件工程的原理、方法和技术,包括传统软件工程方法和面向对象方法(用UML描述);介绍了软件工程文档书写规范和软件工程标准等。用几个典型实例向读者介绍软件开发的全过程:招干考试成绩管理系统、商场销售管理系统、学校餐饮IC卡系统、音像制品租售公司信息管理系统、教学课件等。通过这些实例来培养和提高读者分析实际问题、开发维护软件的能力。每个实例还附有思考题和实践题。

本书可作为本科院校计算机及相关专业的软件工程课程设计教材,也可供从事计算机软件开发及应用的广大科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

软件工程实践教学 / 陆惠恩主编. —北京:机械工业出版社, 2006.8

普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-19719-4

I. 软... II. 陆... III. 软件工程—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第090306号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:王小东

封面设计:饶薇 责任印制:李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2006年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm · 11.75印张 · 285千字

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线:(010)88379727

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育应用型人才培养规划教材编审委员会名单

主任：刘国荣 湖南工程学院

副主任：左健民 南京工程学院

陈力华 上海工程技术大学

鲍 泓 北京联合大学

王文斌 机械工业出版社

委员：（按姓氏笔画排序）

刘向东 华北航天工业学院

任淑淳 上海应用技术学院

何一鸣 常州工学院

陈文哲 福建工程学院

陈 峻 扬州大学

苏 群 黑龙江工程学院

娄炳林 湖南工程学院

梁景凯 哈尔滨工业大学（威海）

童幸生 江汉大学

计算机科学与技术专业分委员会委员名单

主任：黄陈蓉 南京工程学院

副主任：吴伟昶 上海应用技术学院

委员：（按姓氏笔画排序）

汤 惟 江汉大学

沈 洁 扬州大学

陈文强 福建工程学院

肖建华 湖南工程学院

邵祖华 浙江科技学院

靳 敏 黑龙江工程学院

序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化发展和我国加入WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据IMD1998年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第36位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于2001年、2002年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并做出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向形成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息学科的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人才,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才培养的要求。

本套系列教材的建设原则是:

1. 保证基础,确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保

证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

2. 突出特色,强化应用

围绕培养目标,以工程应用为背景,通过理论与工程实际相结合,构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针:知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为:“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上,挑选出最基本的内容、方法及典型应用;“新”指将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容,以适应科学技术发展的需要。妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进,用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容,并将这些按新的教学系统重新组织;“广”指在保持本学科基本体系下,处理好与相邻以及交叉学科的关系;“用”指注重理论与实际融会贯通,特别是注入工程意识,包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

3. 抓住重点,合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课(专业基础课、专业课)教材的建设,并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设,力争做好与之配套的电子教材的建设。

4. 精选编者,确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验,又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务,以确保教材质量。

我们相信,本套系列教材的出版,对我国工程应用型人才培养质量的提高,必将产生积极作用,为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光,高瞻远瞩,及时提出并组织编写这套系列教材,他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作,并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件,在此深表衷心感谢!

编委会主任 刘国荣教授
湖南工程学院院长

前 言

本书是应用型本科院校计算机专业系列规划教材之一。

软件工程是计算机专业的主干专业课。软件工程学利用工程学的原理、方法来组织和管理软件生产，以保证软件产品的质量、提高软件生产率。学习软件工程课程，应适当安排实践环节，通过软件开发的实际训练来培养和提高学生开发、维护软件的能力。

本书既可以作为独立的学习软件工程的简明教材，也可以配合软件工程学作为软件工程课程设计教材。与《软件工程》教材相比，本书注重的是实践应用。软件工程实践是培养学生分析问题能力、解决问题能力、开发软件能力、全面提高学生素质的重要教学环节。学生通过实践，受到良好的软件工程设计训练，能更好地适应社会对软件人才的需求。

软件工程的先修课程：数据库原理及应用、程序设计语言。

本书是在总结了作者们多年软件设计的实践经验的基础上，通过软件工程实例，介绍了软件开发的全过程，对软件工程学的原理、方法、技术和工具，以及面向对象设计方法等作示范介绍；介绍了软件工程文档范例及书写规范；介绍了软件工程标准等。本书介绍的软件工程实例对计算机应用具有代表性，可操作性强。

本书特色：

- 以实例的设计过程为线索，介绍软件工程的相关知识和步骤。
- 每个实例是一个工程的设计示例，有工程的设计方法、步骤和文档示范。
- 每个实例是对知识的综合应用。
- 本书介绍的不同实例涉及的应用领域不同、难易程度不同，供读者选用，每个实训附思考和实践题，让读者可进一步拓展、开发设计。

在学习软件工程时，建议读者参考本书的 1~2 个实例，每个实例可安排 1~2 周时间，进行软件工程的实践训练。

本书各章内容如下：

第 1 章 软件工程概述，介绍软件工程学的主要内容，概念、原理、方法、设计步骤等；

第 2 章 招干考试成绩管理系统；

第 3 章 商品销售管理系统；

第 4 章 学校餐饮 IC 卡系统；

第 5 章 音像租售制品信息管理系统；

第 6 章 教学课件设计；

第 7 章 软件工程课程设计题目选编；

第 8 章 软件工程文档规范。

本书可作为应用型本科院校计算机及相关专业的教材，也可供从事计算机软件开发及应用的广大科技人员参考。可作为软件工程课程的实践环节教材，也可供软件工作者学习“软件工程学”时参考。

VIII

本书由陆惠恩主编，并编写第 1、2、3、7、8 章，吴伟昶编写第 4、5 章；徐克奇编写第 6 章。

同济大学计算机科学与技术系博士生导师曹立明教授仔细审阅了本书全文，并提出了宝贵的修改意见。编者在此对他表示衷心的感谢！

编 者
2006 年 6 月

目 录

序 前言

第1章 概论.....1

1.1 软件工程传统方法学.....1

1.1.1 问题定义.....2

1.1.2 可行性研究.....2

1.1.3 需求分析.....2

1.1.4 概要设计.....6

1.1.5 详细设计.....7

1.1.6 结构化程序设计.....11

1.1.7 软件测试.....13

1.2 面向对象方法和 UML.....14

1.2.1 面向对象分析.....15

1.2.2 面向对象设计.....19

小结.....22

第2章 招干考试成绩管理系统.....23

2.1 问题定义.....23

2.2 可行性研究.....23

2.2.1 技术可行性.....23

2.2.2 经济可行性.....24

2.3 需求分析.....24

2.3.1 程序设计语言和数据库管理

系统的选择.....24

2.3.2 考生情况分析.....24

2.3.3 成绩输入.....24

2.3.4 录用.....24

2.3.5 输出需求.....25

2.3.6 数据流图.....25

2.3.7 数据字典.....25

2.3.8 IPO图.....26

2.4 概要设计.....26

2.4.1 数据库结构设计.....26

2.4.2 系统结构设计.....27

2.4.3 测试方案设计.....28

2.5 详细设计.....28

2.5.1 招干考试成绩管理系统

界面设计.....28

2.5.2 考前处理.....30

2.5.3 输入设计.....31

2.5.4 成绩处理.....32

2.5.5 录用过程设计.....33

2.5.6 输出设计.....34

2.5.7 测试用例设计.....36

2.6 程序设计.....38

2.6.1 进入系统密码设置.....38

2.6.2 考前处理.....41

2.6.3 成绩输入设计.....43

2.6.4 成绩处理.....44

2.6.5 录用过程设计.....44

2.6.6 初始化程序.....47

2.7 招干考试成绩管理系统的测试.....49

2.8 用 SQL server 作为数据源的

系统实现.....49

2.8.1 考前处理.....50

2.8.2 成绩输入.....52

2.8.3 录用.....53

思考与实践题.....56

第3章 商品销售管理系统.....57

3.1 问题定义.....57

3.2 可行性研究.....57

3.2.1 技术可行性.....57

3.2.2 经济可行性.....57

3.3 需求分析.....57

3.3.1	商品信息	58	4.5.2	属性	101
3.3.2	销售过程	58	4.5.3	事件	104
3.3.3	供货、库存管理	58	4.5.4	RS-232 查询	105
3.3.4	账册管理	58	4.5.5	通信协议	106
3.3.5	系统权限设置	59	4.5.6	IC 卡存储区的分布	106
3.3.6	售后服务	59	4.5.7	下载数据包	106
3.3.7	系统管理	59	4.5.8	上传数据包	107
3.4	概要设计	59	4.5.9	数据安全处理	107
3.4.1	系统结构设计	59	4.6	软件结构模块	108
3.4.2	数据库设计	60	4.7	详细设计和编码	108
3.4.3	测试方案设计	61	4.7.1	公共函数模块	109
3.5	详细设计及程序设计	61	4.7.2	主控模块	110
3.5.1	进入系统	61	4.7.3	办理新卡模块	111
3.5.2	登录	62	4.7.4	挂失和恢复模块	114
3.5.3	查询功能	64	4.7.5	IC 卡充值模块	117
3.5.4	商品销售	67	4.7.6	特殊修改模块	119
3.5.5	进货模块	71	4.7.7	密码更改模块	120
3.5.6	结算功能	73	4.7.8	用户登录模块	121
3.5.7	系统管理	75	思考与实践题		121
3.5.8	售后服务	84			
	思考与实践题	91			
第 4 章	学校餐饮 IC 卡系统	92	第 5 章	音像制品租售公司信息	
4.1	问题定义	92		管理系统	123
4.2	可行性研究	93	5.1	需求陈述和对象模型	123
4.2.1	技术可行性	93	5.1.1	用户需求的陈述	123
4.2.2	经济可行性	93	5.1.2	对象模型和图形符号	125
4.3	需求分析	94	5.2	面向对象分析	128
4.3.1	系统设备分析	94	5.2.1	分析过程	128
4.3.2	系统功能描述	95	5.2.2	寻找对象	128
4.3.3	信息描述	95	5.2.3	进一步改进的策略	131
4.3.4	数据安全	95	5.3	确定对象属性	132
4.3.5	数据流图	95	5.3.1	属性	132
4.4	系统分析设计	96	5.3.2	确定属性	132
4.4.1	硬件选用	96	5.4	类和对象关联	135
4.4.2	数据库设计	99	5.4.1	对象模式	135
4.4.3	数据写入方式	99	5.4.2	音像租售公司信息系统的 对象模型	138
4.5	关键技术和算法	100	5.4.3	划分主题	139
4.5.1	通信操作	100	5.5	确定对象服务和场景	140
			5.5.1	分析对象服务	140

5.5.2 寻找和标识对象服务.....	140	第7章 软件工程课程设计题目选编	162
5.5.3 对象服务细节.....	142	7.1 工资管理.....	162
5.5.4 音像租售系统中类的服务和 消息连接.....	142	7.2 某校医疗费管理系统.....	162
5.6 面向对象的设计.....	146	7.3 学生成绩管理系统.....	163
5.6.1 人机交互部件和系统 交互部件.....	146	7.4 患者监护系统.....	163
5.6.2 数据管理部件.....	148	7.5 银行计算机储蓄管理系统.....	164
思考与实践题.....	150	7.6 旅馆客房管理.....	164
第6章 教学课件设计	151	7.7 办公室管理系统.....	165
6.1 需求分析.....	151	第8章 软件工程文件规范	166
6.1.1 多媒体课件发展概况.....	151	8.1 总体要求.....	166
6.1.2 “Project2002 项目管理” 课件制作背景.....	151	8.2 可行性研究报告的编写要求.....	167
6.2 教学设计.....	152	8.2.1 引言.....	167
6.2.1 教学内容.....	152	8.2.2 可行性研究的前提.....	167
6.2.2 教学目标.....	152	8.2.3 对现有系统的分析.....	168
6.2.3 教学模式选择.....	153	8.2.4 对所建议系统的简要描述.....	168
6.2.4 教学媒体选择与设计.....	153	8.2.5 投资及效益分析.....	168
6.3 课件结构设计.....	154	8.2.6 社会因素方面的可行性.....	168
6.3.1 课件总体结构.....	154	8.2.7 结论.....	169
6.3.2 界面设计.....	156	8.3 项目开发计划的编写要求.....	169
6.4 课件制作.....	157	8.4 软件需求说明书编写要求.....	169
6.4.1 工具简介.....	157	8.5 概要设计说明书编写要求.....	169
6.4.2 脚本编写.....	158	8.6 详细设计说明书编写要求.....	170
6.4.3 素材制作.....	159	8.7 数据库设计说明书编写要求.....	170
6.4.4 课件合成与发布.....	159	8.7.1 引言.....	170
6.5 课件测试与评价.....	160	8.7.2 外部设计.....	170
6.5.1 课件测试.....	160	8.7.3 结构设计.....	171
6.5.2 课件评价意义与方式.....	160	8.7.4 运用设计.....	171
6.5.3 课件评价标准.....	161	8.8 用户手册的编写要求.....	171
思考与实践题.....	161	8.9 操作手册的编写要求.....	172
		8.10 测试分析报告编写要求.....	172
		8.11 软件工程质量国际标准.....	172
		参考文献	174

第1章 概 论

软件工程是指导计算机软件开发和维护的计算机应用技术学科。软件工程是指采用工程的概念、原理、技术和方法来开发与维护软件。

软件工程方法学包括：方法、工具和过程。方法是完成软件开发任务的技术；工具是为方法的运用提供自动或半自动的软件支撑环境；为了能够获得高质量的软件，软件工程规定了软件开发过程应当完成的各项任务的工作步骤和规范。

目前，广泛使用的软件工程方法学包括传统方法学和面向对象方法学。本章简要地介绍软件工程的基本概念、原理，以及分别按这两种方法学介绍软件工程的步骤、工具和准则等。

1.1 软件工程传统方法学

软件工程传统方法学也称生命周期方法学。

一个软件产品从定义开始，经过开发、使用和维护，直到最后被淘汰，要经过一个漫长的时期，这个时期称为软件生命周期。

在软件生命周期中，消耗价值越少，即软件开发与维护所花的费用越低，软件使用的寿命越长，产生的价值就越大，这就是掌握软件工程学的目的。

软件工程传统方法学把软件生命周期的全过程依次划分为若干个阶段，顺序地完成每个阶段的任务。每个阶段结束时，要进行复审，复审通不过，要进行必要的修改；只有复审通过了才能进入下一阶段。复审的目的主要是保证软件开发各阶段所产生的文档的正确性，防止把错误传递到下一阶段，由此来保证软件的质量。

软件生命周期一般由软件计划、软件开发和软件运行维护 3 个时期组成。每个时期还可进一步划分为几个阶段：

1) 软件计划时期可分为问题定义、可行性研究两个阶段。

2) 软件开发时期可分为需求分析、软件设计、测试等阶段。软件设计又分为系统设计和系统实现两个阶段。其中系统设计还可分为概要设计、详细设计两个阶段；系统实现即程序设计，也称编码。

3) 软件运行维护时期。

在软件交付给用户使用后，在软件运行过程中由于发现了错误，或软件运行的硬件、软件环境发生了变化，或用户需求的改变等原因，需要不断地对软件进行改错、改进或增加功能（称为软件维护），从而使软件能持久地满足用户的需要。

这样，软件生命周期共分为问题定义、可行性研究、需求分析、概要设计、详细设计、程序设计、测试、运行维护 8 个阶段。

软件开发的各个阶段必需完成的各种规格书、说明书和用户手册等称为“文档”（Documents）。

软件是程序以及开发、使用和维护所需要的所有文档。软件工程开发过程不但规定了完成各项任务的步骤，而且规定了每个阶段应该交付的文档、软件工程管理措施及各阶段任务完成的标志。下面按软件生命周期的各阶段对软件工程学作简要介绍。

1.1.1 问题定义

软件的问题定义阶段是软件生命周期中持续时间最短的阶段，这个阶段要确定软件系统的目标、规模和基本任务，要有书面报告。问题定义报告要征得用户的同意。

1.1.2 可行性研究

软件开发可行性研究的任务是对今后的行动提出建议，其目的是确定问题是否值得解决，而不是立即去解决问题。要达到这个目的必须进行客观分析，而且应在尽量短的时间内确定问题是否可行。因而可行性研究是对系统进行简化的分析和设计。

首先，需进一步分析问题定义，如果问题定义阶段确定的目标、规模正确，应进一步导出系统逻辑模型，经分析后提出几种可能的解法，对每种解法仔细研究其可行性。如果问题定义阶段确定的规模过大，目标难以达到或开发成本过大，收益甚微不值得投资，就应及时建议停止项目开发，避免人力、物力、时间的浪费。

一般来说，软件系统的可行性从以下几方面研究。

1. 经济可行性

根据系统规模目标，确定系统的硬件资源和软件资源的需求规格，估算软件开发成本，分析系统的经济效益是否能超过它的总成本，从经济上分析系统是否值得投资。

2. 技术可行性

分析系统是否有某种约束条件，如果有，要全部列出来。根据现有的技术，分析是否能实现系统目标，研究预定的操作方式能否被用户接受。

3. 社会因素方面的可行性

包括：法律方面的可行性，要开发的项目是否存在任何侵权、妨碍等责任问题，用户方面的可行性，用户内部组织的管理制度、操作方式等。

可行性研究必须有一个明确的结论，可得到以下几种结论之一：

- 可以进行开发。
- 需要等待某些条件（例如资金、人力、设备等）落实之后才能开发。
- 需要对开发目标进行某些修改之后才能开发。
- 不能进行或不必要进行开发（如所需技术不成熟、经济上不合算等）。

对于经研究确实可行的项目，可制订初步的项目开发计划。

1.1.3 需求分析

需求分析的基本任务是软件人员和用户一起完全弄清用户对系统的确切要求。这是关系到软件开发成败的关键步骤，是整个系统开发的基础。

需求分析阶段的具体任务有以下几项。

1. 确定目标系统的具体要求（包括运行环境要求和性能要求）

系统的运行环境分为硬件环境和软件环境。系统硬件环境要求，如主机的运行速度、内存容量、外存储器种类、数据输入方式、数据输出方式、数据通信接口等；系统软件环

境要求，如操作系统、汉字系统、数据库管理系统等。

确定系统的性能要求，如系统所需的存储容量、安全性、可靠性、期望的响应时间要求等。

2. 确定系统功能

确定目标系统必须具备的所有功能。

3. 建立目标系统的逻辑模型

可用数据流图、数据字典及处理算法来描述目标系统的逻辑模型，还可利用图形工具，如层次图、IPO 图等描述。

4. 修正系统开发计划

通过需求分析，对目标系统有了更深入更具体的了解，因而可以更准确地估计系统的开发成本和进度，修正前阶段制定的开发计划。

5. 制订初步的系统测试计划

在系统开发早期就制订测试计划，有利于明确设计目标、保证设计的正确性。

6. 编写初步的用户手册

根据已确定的系统环境及功能，写出初步的用户手册，在以后的系统设计过程中再对用户手册加以补充、修正。

软件需求分析阶段要求用需求规格说明表达用户对系统的要求。需求规格说明可用文字表示，也可用图形表示。

软件需求规格说明一般含有以下内容：软件的目标、系统的数据描述、功能描述、行为描述、系统确认标准、资料目录、附录等。

描述用户需求，可使用的工具有实体-关系图、数据流图、状态转换图、数据字典、层次图、IPO 图等。

为理解和表示问题域的信息，需要建立数据模型。数据模型包含 3 种相互关联的信息：数据对象、对象的属性及对象的连接关系。实体-关系图 (Entity-Relationship Diagram)，简称 E-R 图，含有以下几种符号：矩形框表示实体，椭圆或圆角矩形表示实体（或关系）的属性，菱形框表示关系。

1. 数据流图

数据流图 (Data Flow Diagram, DFD; 或 Data Flow Chart) 是用来描绘信息在软件系统中流动情况和系统处理过程的图形工具。可表示出数据源、数据汇集、数据存储和对数据执行的处理及逻辑数据流。即使不是计算机专业技术人员也很容易理解数据流图，它是软件设计人员和用户之间极好的通信工具。设计数据流图时，只需考虑软件系统必需完成的基本逻辑功能，完全不需考虑如何具体地实现这些功能。因而可在软件生命周期的早期绘制数据流图，在后续阶段不断对它进行改进、完善和细化。数据流图有 4 种基本符号和 3 种附加符号。

(1) 数据流图的 4 种基本符号

- 1) 正方形或立方体表示数据的源点或终点。
- 2) 圆角矩形或圆形代表数据处理。
- 3) 两头用同向圆弧封口的平行横线或开口矩形代表数据存储。
- 4) 箭头表示数据流，即数据流动的方向。

数据流图的基本符号，如图 1.1 所示。

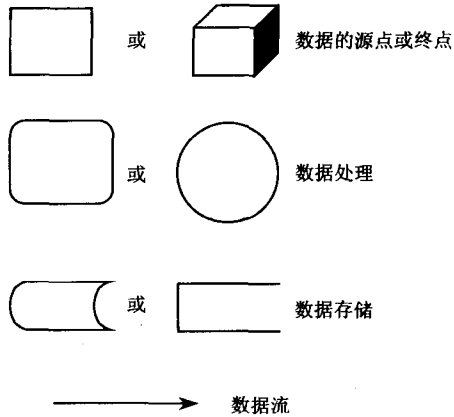


图 1.1 数据流图基本符号

(2) 数据流图的 3 种附加符号

- 1) * 表示数据流之间是“与”关系（同时存在）。
- 2) + 表示数据流之间是“或”关系。
- 3) \oplus 表示只能从几个数据流中选一个（互斥关系）。

(3) 数据流图附加符号使用举例（如图 1.2 所示）

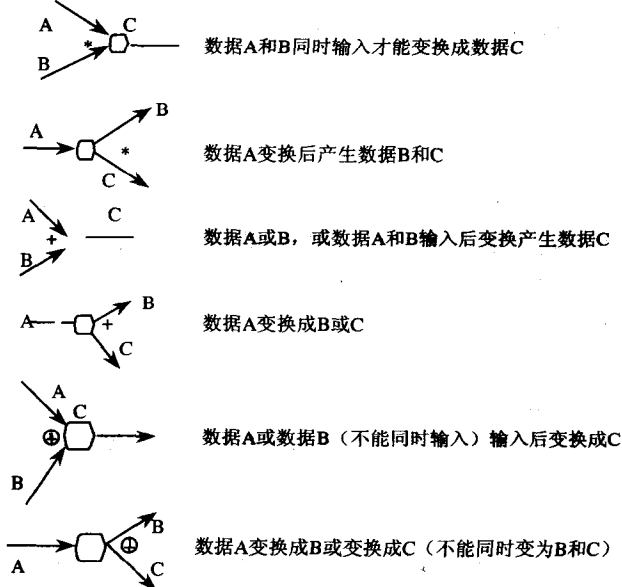


图 1.2 数据流图附加符号使用举例

2. 状态转换图

一个状态代表系统的一种行为模式。有时，对象在不同状态下会呈现不同的行为方式，分析对象的状态才可正确地认识对象的行为并定义它的服务。状态转换图通过描绘系统的状态以及引起状态转换的事件来表示系统的行为。

并不是所有的数据对象都要画状态转换图的，当数据对象有一些意义明确的状态，并且其行为在不同的状态下有所改变时，才需要画状态转换图。

(1) 画状态转换图的步骤 对行为规则较复杂的数据对象要进行以下分析：

- 找出数据对象的所有状态；
- 分析在不同状态下，对象的行为规则有无差别，若没有差别则应将它们合并为一种状态；
- 分析从一种状态可以转换到哪几种其他状态，是对象的什么行为能引起这种转换。

(2) 状态转换图的符号

- 1) 椭圆：表示对象的一种状态，椭圆内部填写状态名。
- 2) 箭头：表示从箭头出发的状态可以转换到箭头指向的状态。
- 3) 事件：箭头线上方可标引起状态转换的事件名。事件后可加方括号，括号内写状态转换的条件。

4) 实心圆●：指出该对象被创建后所处的初始状态。

5) 内部实心的同心圆◎：表示最终状态。

3. 数据字典

数据字典(Data Dictionary, DD)是对实体-关系图、状态转换图和数据流图中出现的所有数据对象、属性、关系、状态、数据流、文件和处理等元素的定义的集合。数据字典的作用是在软件分析和设计过程中提供数据描述，是图形工具必不可少的辅助资料。图形工具和数据字典结合起来相辅相成，才能较完整地描述系统的数据和处理。

(1) 数据字典使用的符号 数据字典可采用以下符号表示系统中使用数据项的情况及数据项之间的相互关系：

- 1) =表示“等价于”或“定义为”。
- 2) +连接两个数据元素。
- 3) []表示“或”，对[]中列举的各数据元素，用“|”分隔，表示可任选其中某一项。
- 4) { }表示“重复”，对{ }中的内容可重复使用，重复次数如果要加以限制，可将重复次数的下限和上限写在花括号的前、后或花括号前的下角和上角。
- 5) ()表示“可选”，对()中的内容可选、可不选，各选择项之间用“,”号隔开。

(2) 数据字典的内容

- 1) 数据元素：数据元素是数据的最小组成单位，包含以下内容：
 - 数据元素的名称、编号，如准考证号；
 - 数据元素的别名(不同时期或不同用户对同一元素所用的不同名称)，如在数据库管理系统中，若字段名不用中文，则可在数据字典中写明字段名及其中文名称；
 - 数据元素的取值范围和取值含义；
 - 数据元素的长度、定义，便于定义数据库结构。如考生成绩规定为5位，小数点后取1位小数，小数点占1位，整数部分取3位；
 - 数据元素的简单描述。
- 2) 数据流：数据流的来源、去处，组成数据流的数据项，数据流的流通量等。
- 3) 数据存储：数据文件的结构描述及数据文件中记录的存放规则。