



21世纪高职高专规划教材

计算机系列

软件工程

张权范 编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社

<http://press.bjtu.edu.cn>



21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

软 件 工 程

张权范 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书从面向数据流、面向数据结构、面向对象三个层面由浅入深对软件工程进行了系统的介绍，最大特色是：语言简单明了，概念清晰，内容丰富且实用，对每一个具体的知识点一般都有案例；对软件生命周期各环节的文档附有规格说明书，有些文档还附有具体案例。

全书共分 10 章，是按软件工程的三个层面与软件生命周期的顺序来组织的，本书可作为高等学校计算机专业的教材，也可作为社会上广大读者的自学参考书。

版权所有，翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目 (CIP) 数据

软件工程/张权范编著. —北京：清华大学出版社；北京交通大学出版社，2004.5
(21 世纪高职高专规划教材·计算机系列)

ISBN 7-81082-255-1

I. 软… II. 张… III. 软件工程—高等学校：技术学校—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 008864 号

责任编辑：谭文芳 特邀编辑：林欣

出版者：清华大学出版社 邮编：100084 电话：010-62776969

北京交通大学出版社 邮编：100044 电话：010-51686045, 62237564

印刷者：北京东光印刷厂

发行者：新华书店总店北京发行所

开本：185×260 印张：19.75 字数：499 千字

版次：2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

书号：ISBN 7-81082-255-1/TP·105

印数：1~5 000 册 定价：26.00 元

21 世纪高职高专规划教材·计算机系列 编审委员会成员名单

主任委员	李兰友	边奠英			
副主任委员	周学毛	崔世钢	王学彬	丁桂芝	赵伟
	韩瑞功	汪志达			
委 员	(按姓名笔画排序)				
	马辉	万志平	万振凯	王永平	王建明
	尤晓晔	丰继林	左文忠	叶华	叶伟
	付晓光	付慧生	冯平安	江中	佟立本
	刘炜	刘建民	刘晶	曲建民	孙培民
	邢素萍	华铨平	吕新平	陈小东	陈月波
	李长明	李可	李志奎	李琳	李源生
	李群明	李静东	邱希春	沈才梁	宋维堂
	汪繁	张文明	张权范	张宝忠	张家超
	张琦	金忠伟	林长春	林文信	罗春红
	苗长云	竺士蒙	周智仁	孟德欣	柏万里
	宫国顺	柳炜	钮静	胡敬佩	姚策
	赵英杰	高福成	贾建军	徐建俊	殷兆麟
	唐健	黄斌	章春军	曹豫莪	程琪
	韩广峰	韩其睿	韩劼	裘旭光	童爱红
	谢婷	曾瑶辉	管致锦	熊锡义	潘玫玫
	薛永三	操静涛	鞠洪尧		

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要，在教育部的指导下，我们在全国范围内组织并成立了“21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”（以下简称“教材研究与编审委员会”）。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21世纪高职高专规划教材编审委员会”（以下简称“教材编审委员会”）成员和征集教材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选，对列选教材进行审定。

目前，“教材研究与编审委员会”计划用2~3年的时间出版各类高职高专教材200种，范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写，其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构，力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知识的应用和实践技能的培养；适应“实践的要求和岗位的需要”，不依照“学科”体系，即贴近岗位群，淡化学科；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度；尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法，以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来，推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时，希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们，以便对已出版的教材不断修订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版。适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会
2004年3月

前 言

软件工程是以软件的说明、开发、维护和管理为内容,利用工程学的原理和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。随着计算机应用的普及,计算机软件无处不在。该学科已成为计算机科学的一个重要分支与信息产业的一个支柱,软件工程已逐渐为人们所熟悉并得到广泛应用。人们都认识到,在项目开发过程中必须遵循软件工程原则。软件工程课程是计算机相关专业学生参加工作以后最能直接应用的一门专业课。在本书的编写过程中尽可能坚持简单明了与实用的原则讲述软件工程的基本概念、原理、方法和工具,介绍目前较成熟的、广泛使用的软件工程技术。希望本书的出版能为培养我国软件专业人才发挥一定的作用。

如何正确安排软件的结构,合理组织、管理软件的生产,不仅仅是从事软件开发专业人员的事,广大计算机应用人员也需掌握这方面的知识。本书可作为大专类计算机专业的教材,也可供从事计算机软件开发及应用的广大科技人员做参考。

作者建议在学习软件工程课程之前,学生应当具备高级语言、数据结构、操作系统和数据库技术等方面的知识,并且要从宏观与微观相结合的角度来了解该课程。从宏观的角度来讲,可以从面向数据流、面向数据结构和面向对象等层次来整体把握该课程;从微观的角度来讲,要掌握各层次的各种软件工程工具的具体运用。本课程可安排在专业课学习的后期,毕业设计之前。使学生在毕业实习、毕业设计实践中,运用软件工程学的原理、方法和工具。

本书建议学时为60学时,各章内容安排及学时分配如下。

第1章 概述软件工程发展史,软件工程基本概念,软件开发常用模型(瀑布模型、快速原型、喷泉模型、软件重用开发模型和螺旋模型等),软件开发方法(4学时)。

第2章 软件计划(4学时)。

第3章 软件需求分析(10学时)。

第4章 软件总体设计(4学时)。

第5章 软件详细设计(4学时)。

第6章 软件编码(4学时)。

第7章 软件测试(2学时)。

第8章 软件维护(10学时)。

第9章 软件项目管理(2学时)。

第10章 面向对象技术(16学时)。

本书各章配有与软件工程各个阶段对应的文档规范与适当数量的习题,供读者练习。

编 者

2004年4月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 软件工程学的几个基本概念	(1)
1.1.1 软件与软件工程	(1)
1.1.2 软件生存周期	(2)
1.1.3 软件开发模型	(4)
1.1.4 软件工程的任务及其研究范围	(9)
1.2 软件开发的原则和方法	(11)
1.2.1 软件开发原则概述	(11)
1.2.2 软件开发的方法	(12)
小结.....	(13)
习题.....	(13)
第 2 章 软件计划	(14)
2.1 问题定义和可行性研究	(14)
2.1.1 问题定义	(14)
2.1.2 可行性研究	(15)
2.2 软件计划	(18)
2.2.1 软件工作范围	(18)
2.2.2 资源	(18)
2.2.3 软件成本估算	(20)
2.2.4 软件计划任务书	(21)
2.2.5 案例	(21)
2.2.6 项目开发进度月报编写规范	(23)
小结.....	(24)
习题.....	(24)
第 3 章 需求分析	(25)
3.1 软件需求分析的目标和任务	(25)
3.1.1 软件需求分析的目标	(25)
3.1.2 软件需求分析的任务	(25)
3.2 结构化分析	(27)
3.2.1 结构化分析方法的策略	(27)
3.2.2 数据流程图	(28)
3.2.3 数据字典.....	(35)
3.2.4 结构化分析步骤	(41)
3.3 按功能逐层分解法	(43)
3.3.1 H图	(44)

3.3.2 IPO图	(44)
3.4 软件需求分析报告书写规范	(45)
3.5 软件需求分析报告的案例	(50)
小结	(64)
习题	(64)
第4章 软件总体设计	(66)
4.1 软件总体设计的任务和目标	(66)
4.2 软件总体设计基础	(67)
4.2.1 软件结构	(67)
4.2.2 结构图	(68)
4.2.3 软件模块	(71)
4.3 软件总体设计准则	(78)
4.4 结构化软件设计	(82)
4.4.1 变换设计	(82)
4.4.2 事务设计	(85)
4.4.3 综合设计	(86)
4.4.4 结构化软件设计步骤	(88)
4.4.5 案例	(89)
4.5 Jackson 设计方法	(95)
4.5.1 Jackson 方法中的数据结构	(96)
4.5.2 Jackson 设计方法案例	(96)
4.6 概要设计说明书编写规范	(99)
小结	(102)
习题	(102)
第5章 软件详细设计	(104)
5.1 结构化程序设计	(104)
5.1.1 基本逻辑结构	(105)
5.1.2 基本结构嵌套	(106)
5.2 详细设计工具	(107)
5.2.1 流程图	(107)
5.2.2 N-S结构流程图(盒图)	(108)
5.2.3 HIPO图	(110)
5.2.4 判定表	(111)
5.2.5 伪码	(111)
5.2.6 判定树	(115)
5.2.7 PAD图	(116)
5.2.8 结构图	(117)
5.2.9 详细设计工具应用案例	(118)
5.3 代码设计	(123)
5.3.1 代码的种类	(124)

5.3.2	代码结构中的校验位	(126)
5.3.3	代码设计案例	(128)
5.4	用户界面设计	(128)
5.4.1	可用性	(128)
5.4.2	灵活性	(129)
5.4.3	复杂性与可靠性	(129)
5.4.4	用户界面设计的任务分析	(129)
5.5	用户界面任务和工作设计	(134)
5.5.1	任务分配	(134)
5.5.2	工作方式和设计	(134)
5.6	界面设计的基本类型	(135)
5.6.1	界面设计的类型	(135)
5.6.2	菜单	(135)
5.6.3	图像	(137)
5.6.4	对话框	(137)
5.6.5	问题描述语言	(138)
5.6.6	窗口	(139)
5.7	数据输入界面设计	(140)
5.7.1	数据输入规则	(140)
5.7.2	输入表格设计	(140)
5.7.3	其他数据输入的方法	(142)
5.8	数据显示界面设计	(143)
5.8.1	数据显示的规则	(143)
5.8.2	字符数据的显示	(144)
5.8.3	图形显示	(145)
5.8.4	报告	(146)
5.9	控制界面的设计	(147)
5.9.1	用控制对话选择操作命令	(148)
5.9.2	用菜单界面进行控制	(148)
5.9.3	用功能键定义操作命令	(148)
5.9.4	用图标表示对象或命令	(149)
5.9.5	直接操作	(149)
5.9.6	用窗口划分屏幕	(150)
5.9.7	命令语言	(150)
5.9.8	自然语言	(152)
5.10	软件安全控制设计	(154)
5.10.1	软件安全的基本概念	(154)
5.10.2	软件系统安全控制的基本方法	(155)
5.10.3	软件的安全控制设计	(157)
5.11	详细设计文档的编写	(158)
小结	.....	(159)
习题	.....	(159)

第 6 章 软件编码	(161)
6.1 对源程序的质量要求	(161)
6.2 结构化程序设计	(161)
6.2.1 结构化程序设计的原则	(161)
6.2.2 程序设计自顶向下、逐步求精	(163)
6.2.3 数据结构的合理化	(165)
6.3 程序设计风格	(165)
6.3.1 源程序文档化	(165)
6.3.2 数据说明	(167)
6.3.3 语句结构	(168)
6.3.4 输入输出 (I/O)	(170)
6.4 程序效率	(170)
6.4.1 讨论效率的准则	(170)
6.4.2 算法对效率的影响	(170)
6.4.3 影响存储效率的因素	(171)
6.4.4 影响输入输出的因素	(171)
6.5 程序设计语言	(171)
6.5.1 程序设计语言特性的比较	(172)
6.5.2 程序设计语言的分类	(173)
6.5.3 程序设计语言的选择	(174)
6.6 防止编码错误	(175)
6.7 代码复查和编码工具	(178)
6.7.1 代码复查	(178)
6.7.2 编码工具	(179)
6.8 程序复杂性度量	(180)
6.8.1 代码行度量法	(180)
6.8.2 McCabe 度量法	(181)
6.8.3 Halstead 度量方法	(182)
小结	(184)
习题	(184)
第 7 章 软件测试	(186)
7.1 测试的基本概念	(186)
7.1.1 测试的目的	(186)
7.1.2 测试的方法	(187)
7.2 测试用例的设计	(188)
7.2.1 逻辑覆盖	(188)
7.2.2 等价划分	(190)
7.2.3 边界值分析	(193)
7.2.4 错误推测法	(193)
7.2.5 因果图法	(194)
7.2.6 实用测试策略	(196)

7.3	测试步骤	(199)
7.3.1	单元测试	(199)
7.3.2	整体测试 (组装测试)	(202)
7.3.3	有效性测试 (确认测试)	(204)
7.3.4	系统测试	(204)
7.4	调试技术 (纠错技术)	(205)
7.4.1	调试的步骤	(205)
7.4.2	调试方法	(205)
7.5	软件的验证与确认	(208)
7.6	测试分析报告编写规范	(209)
7.7	测试计划文档编写规范	(210)
7.8	用户手册编写规范	(212)
7.9	操作手册编写规范	(215)
7.10	项目开发总结报告书写规范	(217)
	小结	(219)
	习题	(219)
第8章	软件维护	(220)
8.1	软件维护的概念	(220)
8.1.1	软件维护的定义	(220)
8.1.2	影响维护工作量的因素	(221)
8.1.3	软件维护的策略	(222)
8.1.4	维护成本	(223)
8.2	软件维护活动	(223)
8.2.1	维护机构	(223)
8.2.2	软件维护申请报告	(223)
8.2.3	软件维护工作流程	(224)
8.2.4	维护档案记录	(225)
8.2.5	维护评价	(225)
8.3	程序修改的步骤及修改的副作用	(225)
8.3.1	分析和理解程序	(226)
8.3.2	修改程序	(226)
8.3.3	重新验证程序	(229)
8.4	软件可维护性	(230)
8.4.1	软件可维护性的定义	(230)
8.4.2	可维护性的度量	(231)
8.5	提高可维护性的方法	(232)
8.5.1	建立明确的软件质量目标和优先级	(233)
8.5.2	使用提高软件质量的技术和工具	(233)
8.5.3	进行明确的质量保证审查	(234)
8.5.4	选择可维护的程序设计语言	(237)
8.5.5	改进程序的文档	(237)

8.6	逆向工程和再工程	(238)
8.6.1	预防性维护	(238)
8.6.2	逆向工程的元素	(239)
小结	.....	(239)
习题	.....	(240)
第9章	软件项目管理	(241)
9.1	资源管理	(241)
9.1.1	组织体制	(241)
9.1.2	人员配备	(242)
9.2	进度计划	(243)
9.2.1	项目进度计划	(243)
9.2.2	示例	(244)
9.2.3	软件项目的追踪与控制	(249)
9.3	风险管理	(249)
9.3.1	风险识别	(249)
9.3.2	风险估计	(249)
9.3.3	风险评价	(250)
9.3.4	风险控制	(250)
9.4	软件过程成熟度模型	(250)
9.5	质量保证	(251)
9.5.1	软件质量	(251)
9.5.2	质量保证	(252)
9.6	小项目的开发和管理	(253)
9.6.1	小项目的性质	(253)
9.6.2	小项目的软件计划	(254)
9.6.3	小项目的开发	(254)
9.6.4	小项目的维护	(254)
9.6.5	小项目的文档和管理	(254)
小结	.....	(255)
习题	.....	(255)
第10章	面向对象技术	(256)
10.1	面向对象的概念	(256)
10.1.1	对象	(256)
10.1.2	类	(257)
10.1.3	继承	(257)
10.1.4	多态性	(258)
10.2	开发过程	(259)
10.2.1	应用生存期	(259)
10.2.2	类生存期	(260)
10.2.3	综合方法	(263)

10.2.4	系统体系结构	(265)
10.3	面向对象分析与高层设计	(266)
10.3.1	面向对象分析	(266)
10.3.2	论域分析	(266)
10.3.3	应用分析	(268)
10.3.4	对象模型技术	(269)
10.3.5	高层设计	(273)
10.3.6	示例：一个简单的绘图系统	(275)
10.4	类的设计	(280)
10.4.1	类设计的目标	(280)
10.4.2	通过复用设计类	(281)
10.4.3	类设计方法	(282)
10.4.4	类设计的例子	(284)
10.5	实现与测试	(288)
10.5.1	类的实现	(288)
10.5.2	应用程序的实现	(291)
10.5.3	测试一个面向对象的应用	(292)
小结	.....	(298)
习题	.....	(298)
参考文献	.....	(299)

第1章 概述

本章要点:

- 软件
 - 软件工程
 - 软件危机
 - 软件生存周期
 - 软件开发模型
 - 软件开发方法
-

1.1 软件工程学的几个基本概念

1.1.1 软件与软件工程

本节主要介绍软件与软件工程的观念、软件工程产生的背景。

1. 软件及其组成

软件是计算机系统中与硬件对等的一部分，是程序及相关文档资料的集合。因此，软件有两大组成要素：一是存储介质上的程序，它们是可执行的并可产生用户需要的结果；二是相关的文档资料，它们既是软件开发过程中的质量保证，又是软件使用与维护的依据。两大组成要素详述如下。

(1) 可执行部分

应用程序——是面向用户的解决各种特定实际问题的程序。如工程管理或科学计算程序、信息管理程序及实时监控程序等。

系统程序——是面向计算机系统的为应用程序服务的程序的综合，它们支撑应用程序的运行。如操作系统。

(2) 不可执行部分

面向用户的文档——告诉用户如何使用、维护和修改程序。如用户手册、操作手册及程序维护手册等。

面向开发方的文档——提供软件开发过程的质量保证。如系统可行性论证报告、软件计划说明书、需求规格说明书、数据库设计说明书，以及测试计划、测试分析报告等。

项目越大，与其相关的文档资料也越重要，从以后的介绍中可以看出，程序编写在整个项目的开发过程中只占很少的一部分。

2. 软件危机与软件工程

(1) 软件危机。软件危机是指在软件开发和维护过程中所遇到的一系列严重问题。总的来说包括两个方面，即如何满足日益增长的软件需求，以及如何维护数量不断膨胀的已有软件。软件危机具体表现如下。

- ① 供求矛盾。
- ② 软件成本和开发进度难以估计。
- ③ 软件产品不符合用户的实际需要。
- ④ 软件的可靠性差。
- ⑤ 软件的维护费急剧上升。

(2) 软件危机产生的原因。产生软件危机的原因可以从内部与外部的角度来分析，就内而言可归结为以下几方面。

① 目标不清。在软件开发过程中，对整个组织的目标没有一个明确、全面和定量的概念。这种目标的不明确可能是组织本身的问题，也可能是开发方对于组织目标的理解不清楚，在软件开发过程中用自己的主观理解加以替代，导致软件目标与组织目标相背离。

② 情况不明。软件是为需求方服务的，需求决定了软件的结构和功能。因此，开发方必须与相应层次的人员进行认真调研，通过与用户的反复交流，全面了解情况，否则会导致结果和客观情况不符合。

③ 通信误解。这是指需求方与开发方的工作人员的知识背景和工作经历不同，他们之间的交流会存在一定的难度。

④ 步骤混乱。软件开发是一个长期复杂的过程，它的各个工作环节之间有着很强的逻辑关系，若不遵守这种关系，就会产生不良后果。例如，没有完成软件的全面设计就开始编写程序，这不仅无法保证各部分的正确衔接，而且肯定会造成返工。

⑤ 不遵守统一的标准。软件本质上是一种产品，其生产过程必须与其他工业产品的生产过程一样有其一套标准，开发人员在实际工作过程中必须加以严格遵守。

上述的原因，使人们懂得探索软件研制工作的正确方法的必要性。同时也说明我们对软件本身的认识不够深刻，也缺乏科学的研制方法和工具。

(3) 解决软件危机的途径。根据软件危机产生的原因，寻找解决软件危机的途径并归纳如下。

- ① 组织良好、管理严密、各类人员协同配合。
- ② 统一开发标准。
- ③ 使用软件开发辅助工具，如 CASE。

3. 软件工程

软件工程是采用工程的概念、原理、技术和方法来研制和维护软件，把正确的管理技术和当前最好的技术方法结合在一起。软件工程的目的在于研究一套科学的工程方法并与之相适应，发展一套方便的工具系统，力求用较少的投资获得高质量的软件。

1.1.2 软件生存周期

就像一个人从出生开始经过幼儿期、少年期、中年期、老年期直到死亡的过程一样，一

个软件从提出设想到完成使命、报废为止，也经历了一个漫长的时期。通常把软件经历的这个漫长时期称为软件生存周期。一般软件生存周期主要经历几个阶段，即软件计划、软件需求分析、软件总体设计、软件详细设计、软件编码、软件测试和软件维护等。

1. 软件计划

这个阶段的工作是确定将要开发的软件系统是做什么的，在经济上、技术上和操作上是否可行。具体地说就是要确定软件系统的工作范围；预测开发的系统所需要的资源，包括硬件、软件和人员；对软件开发成本进行初步估计，并写出软件计划任务书。

2. 软件需求分析

这个阶段的工作是对用户的要求进行分析和综合，确定软件的基本目标和逻辑功能要求，解决系统“做什么”的问题，并写出软件需求规格说明书。这份文件资料是软件工程中最重要的文件，是用户和软件研制人员之间相互共同约定和开发的基础。

3. 软件总体设计

这一阶段的主要任务是解决系统“怎么做”的问题。总体设计决定软件系统的总体结构即模块结构，并给出模块的相互调用关系、模块间传递的数据及每个模块的功能说明。这个阶段的文件资料是软件结构图和模块功能说明。

4. 软件详细设计

详细设计是给出每一个模块内部过程的描述，并写出软件详细设计说明书。

5. 软件编码

软件编码阶段是把软件设计方案加以具体实施。即根据软件详细设计说明书的要求，为软件系统中每一个功能模块编写程序并进行模块调试。这一阶段的文件资料是程序说明书、源程序。

6. 软件测试

软件测试阶段的主要任务是发现和排除错误，也就是对软件系统进行从上到下全面的测试和检验，看它是否符合软件总体设计方案规定的功能要求。这期间要提出测试标准，制定测试计划，确定测试方法。经过测试，纠错得到可运行的程序，同时写出软件测试报告。

7. 软件维护

由于经过测试的软件仍然可能有错，用户的需求和软件的操作环境也可能发生变化。因此，交付运行的软件系统仍然需要维护，所以软件维护的实质是对软件继续进行查错、纠错和修改。一般维护分为以下几方面。

- (1) 改正性维护。对软件性能、功能、处理和实现中出现的错误进行纠正。
- (2) 适应性维护。当软件处理对象或数据环境变化时，依某些适应性进行修改。
- (3) 完善性维护。为了提高软件的性能或者对可维护性方面所做的某些修改。
- (4) 预防性维护。为了改善将来的可靠性或可维护性，而对软件进行的修改或补充。

软件生存周期划分为上述 7 个阶段，这为工程化地开发软件系统提供了一个框架。但是，实际的开发工作不可能是直线的，常常存在着反复。例如，在软件设计阶段发现软件规格说明书有不完整或定义不确切之处，就要回到需求分析阶段进行“再分析”，测试阶段发现模块内部或接口中的错误，就要回到设计阶段对原来的设计进行修改。实际的软件工程设计流程如图 1-1 所示。

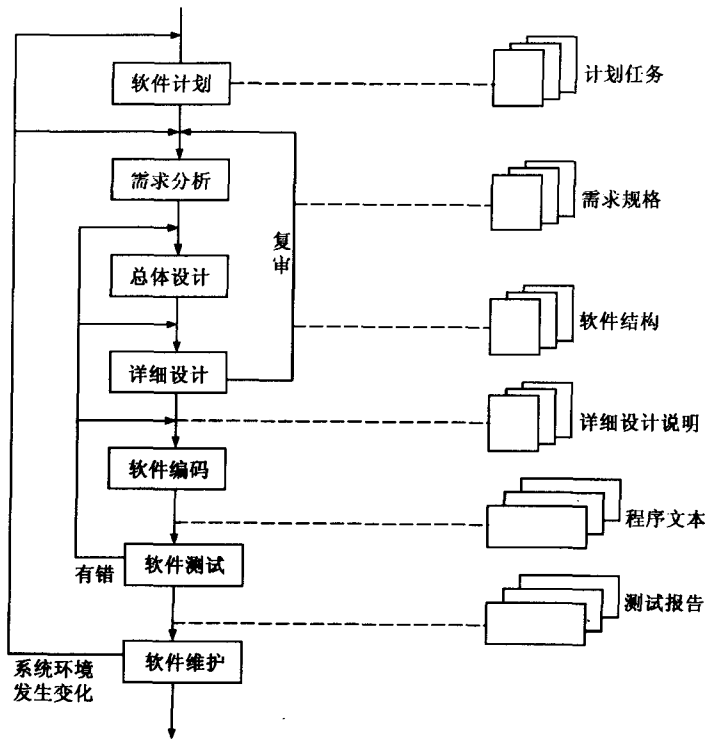


图 1-1 软件生存周期和各阶段的文档

软件生存周期中的软件计划、需求分析、软件总体设计、软件详细设计、软件编码和软件测试常称为软件的开发期，最后一个阶段称为软件的维护期。在软件开发期中，测试阶段工作量约占整个开发期总工作量的 40%，而在软件的整个生存周期中软件维护的周期最长，工作量也最大。

1.1.3 软件开发模型

根据软件生产工程化的需要，生存周期的划分也有所不同，从而形成了不同的软件生存周期模型（SoftWare Life Cycle Model），或称软件开发模型。

软件开发模型总体来说有传统的瀑布模型和后来兴起的快速原型模型。具体分为：瀑布模型、快速原型、喷泉模型、软件重用开发模型和螺旋模型。

1. 瀑布模型（Waterfall Model）

瀑布模型遵循软件生存周期的划分，明确规定每个阶段的任务。各阶段的工作顺序展开，恰如奔流不息拾级而下的瀑布，如图 1-2 所示。